Aus dem anatomischen Institut in Rostock.

ÜBER DEN BAU UND DIE FUNKTION

DER

SPEICHELDRÜSEN BEI DEN GASTROPODEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWURDE

VORGELEGT VON

ARTHUR LANGE,
ROSTOCK.

MIT 12 FIGUREN AUF TAFEL I.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1902.

Aus dem anatomischen Institut in Rostock.

ÜBER DEN BAU UND DIE FUNKTION

DER

SPEICHELDRÜSEN BEI DEN GASTROPODEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

ARTHUR LANGE,
ROSTOCK.

MIT 12 FIGUREN AUF TAFEL I.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1902.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549205_0033

Inhalt.

Seite

Geschichtliche Übersicht über die Litteratur der Speicheldrüsen bei den Gastropoden 5

A. Anatomie 9

I. Gröberer Bau der Speicheldrüsen 9

1. Methoden der Untersuchung 11

a) Präparation der Speicheldrüsen 12

b) Fixierung 14

c) Färbung 15

2. Bestandteile der Drüsen 21

a) Speichelzellen und ihre Kerne 21

b) Ausführungsgänge 34

c) Gefässe 37

d) Bindesubstanzzellen 38

e) Körnchenzellen 40

3. Veränderungen der Zellen während der Sekretion . . . 43

B. Physiologie 51

I. Angaben früherer Forscher 51

II. Eigene Untersuchungen 52

1. Funktion der Speichelzellen 52

2. Chemisch-physiologische Prüfung der Drüsen 55

a) Prüfung auf diastatische Enzyme 55

b) Prüfung auf Verdauung von Eiweiss 56

c) Prüfung von Glykogen 57

Zusammenfassung 63

Litteraturverzeichnis 65

Figurenerklärung 68

Beim Einblick in die Litteratur über Speicheldrüsen und ihre Sekretionsthätigkeit[1]) findet man, dass Drüsenobjekte mit genügend grossen Zellen, an denen man Schritt für Schritt die sekretorischen Vorgänge beobachten kann, sehr selten sind. Dass hierfür die Speicheldrüsen der Gastropoden, die sich durch ihre grossen Speichelzellen auszeichnen, ein gutes Objekt bieten, zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen von Barfurth, die dieser bei dem Glykogennachweis in den Speicheldrüsen gefunden hat. Die Barfurthschen Untersuchungen führten in ein Gebiet, das noch nicht genügend durchforscht ist. Es liegt also im Interesse des vergleichend-anatomischen wie physiologischen Studiums, diese Untersuchungen fortzusetzen.

Der erste Forscher, der sich speziell und sehr gründlich mit unserem Gegenstande befasst hat, ist der Holländer Swammerdam. Seine Mitteilungen über den gröberen Bau der Speicheldrüsen von Helix pomatia sind so wahrheitsgetreu und so genau, dass sie von den später zu citierenden Autoren nicht übertroffen werden. Swammerdam (34) beschreibt den Bau der Speicheldrüsen folgendermassen: „Nun ist zu bemerken, dass längs den Magen und der Kehle zwei artige Gefässchen hinlaufen, die sich in den oberen Teil des Gaumens ergiessen. Sie sind von Gemächte wie derjenige Teil des Oberhoden an

---

[1]) Die nachfolgende Arbeit wurde von der medizinischen Fakultät in Rostock mit dem Preise gekrönt.

einem Menschen, der oben über dem Hoden liegt, und an Farbe wie Achatstein. Von innen sind sie hohl und enthalten eine helle Feuchtigkeit, die in den Mund geführt wird, wo sie sich durch zwei Öffnungen ergiessen. Folglich sind es die wahrhaftigen Speichelgefässe der Schnecken, dergleichen auch an Menschen und Tieren zu sehen sind, und beinahe auf eben der Stelle, doch ein wenig tiefer. Diese zwei Gefässchen nehmen ihren Ursprung aus zwei hellen und schneeweissen Teilchen, die in der Mitte zusammenlaufen. Sie teilen sich in verschiedene Lappen oder Flecken. Man sollte sie beinahe für Fett ansehen. Obendrüber hin läuft ein artiges Gefässchen, das sie nähret und die Feuchtigkeit zuführt. Es kommt ganz aus der Höhe der Gegend unter der Lippe her, wo der Leib sich zu drehen anfängt, und teilt jedem dieser Teilchen verschiedene Zweige mit, die auch an ihren Seiten durch verschiedene Gefässe, die so viel dünne und zarte Fäden zu sein scheinen, mit dem Magen vereinigt werden. Die Speichelgefässe selbst sind durch besondere Gefässe oder Bänder mit dem Magen verbunden. Im Anfange sah ich diese Teilchen für das Pankreas an. Aber die Erfahrung hat mich eines anderen belehret; wie auch, dass es kein Fett sei. Denn es lässt sich nicht schmelzen, giebt auch keine Flamme von sich, wenn man es auf einem Stückchen Glas ins Licht hält.“ Man sieht aus dieser Beschreibung, wie genau Swammerdam die Speicheldrüsen der Helix untersucht hat; dass seine Angaben vollständig der Wahrheit entsprechen, werden meine Resultate zeigen.

Bei Meckel (27), der in seiner Arbeit den Zweck verfolgt „die Epithelzellen der Drüsen als die eigentlichen Stätten der chemischen Wirksamkeit darzustellen“, finde ich weder mikroskopische noch histologische Angaben über die Speicheldrüsen, während er sich mit der Leber sehr genau beschäftigt hat.

Leydig (23) war der erste, der in seiner Arbeit über „Paludina vivipara“ auch die Speicheldrüsen einer genaueren

histologischen Untersuchung unterzog. Seine Angaben entsprechen fast vollständig den Thatsachen, die ich gefunden habe; ich werde daher bei der speziellen Beschreibung der Drüsen auf seine Arbeit näher eingehen.

Nach ihm war es Semper (32), der sich um die Anatomie der Pulmonaten besonders wohlverdient gemacht hat und bei dem man auch genauere Angaben über den Bau der Speicheldrüsen findet. Semper giebt in seiner Arbeit nicht nur eine richtige Darstellung des makroskopischen Baues der Speicheldrüsen, sondern er beschreibt auch sehr genau ihre Histologie. Ausserdem teilt er uns dabei auch seine Theorie über die Funktion der Speicheldrüsen mit und kommt zu folgendem Schlusse S. 359: „Dem Sekrete selbst ist zunächst wohl nur eine mechanische Wirkungsweise beizulegen, die nämlich, das zerkleinerte Futter in einen leicht flüssigen Schleim einzuhüllen und so das Fortführen durch die Wimpern des Schlundes zu ermöglichen. Ob es ausserdem noch eine digestive Wirkung auszuüben imstande ist, muss ich dahingestellt sein lassen". Inwieweit seine physiologischen Angaben zutreffend sind, werde ich an einer anderen Stelle besprechen.

Nach Leydig und Semper haben sich die übrigen Forscher, die sich nach ihnen mit diesem Objekte beschäftigt haben, mit den von den ebengenannten Autoren gefundenen Thatsachen zufrieden gegeben. Erst Barfurth (3) wurde durch seine vergleichend-histochemischen Untersuchungen über das Glykogen, bei denen er auch die Speicheldrüsen der Gastropoden auf Glykogen untersuchte, auf die eigenartigen Verhältnisse und Vorgänge, die sich in den Speicheldrüsen bei den verschiedenen Zeiten der Ruhe und Thätigkeit abspielen, aufmerksam gemacht. Er hat eine Darstellung der Speicheldrüsen gegeben, in der er vollständig mit Leydig und in vielen Punkten auch mit Semper gleicher Ansicht ist. In dem Kapitel über „die Beziehung des Glykogens zur Sekretion der Drüsen" erklärt er

dann genau die einzelnen Sekretionsstadien der Speichelzellen, wie er sie an seinen Schnitten gefunden hat. Da ich später noch oft gezwungen sein werde, gerade auf Barfurths Arbeit zurückzugreifen, so werde ich dann seine Resultate mitteilen.

Später waren es Thiele (35), Lang (20), Plate (30) und einige andere, die in ihren Arbeiten mitteilen, dass sie bei den Mollusken, insbesondere unter diesen bei den Gastropoden Speicheldrüsen gefunden haben; alle begnügen sich aber mit einer Darstellung des gröberen Baues derselben. Speziell mit den Speicheldrüsen der Gastropoden hat sich bis jetzt nur der Italiener Monti beschäftigt, dessen Arbeit mir leider weder im Original noch in Übersetzung oder auch nur im Referat zugänglich gewesen ist. Ich vermag daher nicht anzugeben, zu welchen Resultaten er gekommen ist.

Über die Entwickelung der Speicheldrüsen habe ich nur eine kurze Bemerkung von Bloch (4) in seiner Arbeit über die Entwickelung der Radula bei Paludina vivipara gefunden. Seine Angaben lauten folgendermassen:

„Ich habe gelegentlich meiner Radulauntersuchung auch das erste Auftreten der Speicheldrüse konstatieren können. Dieselbe bildet sich wie die Radula erst spät aus und ist ebenfalls ektodermaler Herkunft, . . . ich will kurz erwähnen, dass die Speicheldrüse sich zuerst nur als kleine paarige Ausstülpung der oberen Ösophaguswand anlegt, die dann immer mehr sich nach hinten verlängert und später auch seitliche Aussackungen treibt.“

Was die physiologischen Untersuchungen der Speicheldrüsen der Gastropoden sowie ihre Funktion betrifft, so habe ich ausser den Angaben Sempers und Krukenbergs (19) nichts gefunden, was etwas mehr brächte als diese beiden Autoren schon gesagt haben. Besonders letzterer hat das Sekret auf seine Verdauungskraft untersucht und kam zu der Ansicht, dass in den Speicheldrüsen der Pulmonaten kein diastatisches Enzym vor-

kommt, dass sie demnach mit Unrecht in funktionellem Sinne „Speicheldrüsen“ genannt werden, sondern dass das „schleimig-wässerige Sekret der Speicheldrüsen nur zur Fortbewegung der Ingesta behülflich zu sein scheint.“ Darauf werde ich an anderer Stelle zurückkommen.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurde fast immer die Gattung Helix, hiervon besonders Helix pomatia benutzt. Zum Vergleiche habe ich auch die Helix nemoralis und hortensis herangezogen; da sich bei ihnen nun die gleichen Verhältnisse, nur etwas kleiner vorfanden, so glaubte ich mit Recht mich nur auf Helix pomatia beschränken zu dürfen. Von den anderen einheimischen Spezies der Gastropoden wurden Arion empiricorum und Limax variegatus zur Untersuchung herangezogen. Erstere habe ich auch für meine quantitative Glykogenbestimmung gebraucht, weil sie allein in der Umgegend Rostocks in genügend grosser Zahl vorkommt, während Helix pomatia in grösseren Familien nur an einer Stelle zu finden war, aber doch nicht so zahlreich, dass ihre Menge zur quantitativen Glykogenbestimmung genügt hätte. Von den Wasserschnecken habe ich nur Limnaeus stagnalis einer kurzen Untersuchung an Zupfpräparaten unterzogen.

A. Anatomie.

I. Gröberer Bau der Speicheldrüsen.

Der Bau der Speicheldrüsen ist makroskopisch von Swammerdam, Lang und anderen, daneben mikroskopisch von Leydig, Semper und Barfurth hinreichend beschrieben worden. Die paarigen, in ihrer Farbe sehr variierenden Drüsen, —

bald sahen sie weiss aus — (Heliciden), bald gelb (Arion und Limax), bald auch ganz dunkelgelb (Wasserschnecken) — liegen zu beiden Seiten des Ösophagus und des Anfangsdarmes. Die Grösse ihrer Ausdehnung ist nicht immer dieselbe. Bei den Heliciden, besonders bei Helix pomatia, erstrecken sich die Drüsen eine ziemliche grosse Strecke am Anfangsstadium entlang; bei Arion, Limax, Limnaeus stagnalis dagegen habe ich immer beobachten können, wie die Lappen nur einen kleinen Teil des Darmsackes bedeckten. Bei Helix pomatia sind die Läppchen scheinbar zusammengewachsen, weil ein Gefäss über sie hinläuft, das sie zu einem zusammenhängenden Ganzen zu verbinden scheint. Diese Thatsache ist schon von Swammerdam gesehen und richtig gezeichnet und beschrieben worden. Er sagt darüber folgendes: „Diese zwei Gefässchen (Speicheldrüsen) nehmen ihren Ursprung aus zwei hellen und schneeweissen Teilchen, die in der Mitte zusammenlaufen (Fig. 4, pp., Tab. V). Obendrüber hin läuft ein artiges Gefässchen (9), das sie nähret und die Feuchtigkeit zuführet.“ Die Drüsen sind durch viele zarte Bindegewebsstränge mit dem Ösophagus und Anfangsdarm verbunden; eine besondere Bindegewebskapsel, wie man sie bei den Vertebraten findet, existiert nicht, ebenso fehlt auch ein seröser Überzug, den man an ihnen vermuten könnte, weil sie in der Leibeshöhle liegen. Die Drüsen nun bestehen aus einer grossen Anzahl von kleinen Läppchen, die ihren eigenen Ausführungsgang besitzen. In diesen Läppchen ruhen die eigentlichen Sekretionszellen, von denen jede einzelne von einer Bindegewebskapsel, der Tunica propria, umschlossen ist. Leydig (22) rechnet diese Drüsen daher „zu der Gruppe der einzelligen Drüsen, deren Zellmembran aber geschlossen ist, sich also nicht in den Ausführungsgang fortsetzt, und die nur insofern einzellige Drüsen heissen, als jede Sekretionszelle für sich in einer Tunica propria liegt. Die Sekretionszellen sind gross und jede ist einzeln in ein zartes, bindegewebiges, mit etlichen

Kernrudimenten versehenes Beutelchen gebettet. Letzteres verlängert sich in einen dünnen Stiel und verbindet sich dadurch mit dem gemeinsamen Ausführungs- oder Sammelgang.“ Durch diese Tunica propria erlangt also jede Sekretionszelle ihre eigene Selbständigkeit und ihre Form wird flaschenförmig gleich den Schleimdrüsen der Haut, wie sie von Semper, Leydig, Blochmann (5), Thiele und Plate dargestellt sind. Den feineren histologischen Bau der Sekretionszellen werde ich weiter unten beschreiben. Nachdem sich die sämtlichen kleinen Ausführungsgänge zu je einem einzigen grossen verbunden haben, laufen beide meistens etwas gewunden am Ösophagus entlang, durchbrechen die obere Schlundwand unter dem Schlundring und münden dann mit zwei feinen Öffnungen, die von einem kleinen Wulste umschlossen werden, in die Mundhöhle. Der Wulst wird von der Mundschleimhaut gebildet, und man kann hier deutlich sehen, wie das Epithel derselben in das des Ausführungsganges übergeht.

1. Methoden der Untersuchung.

Bevor ich nun zu der Histologie der Speicheldrüsen schreite, halte ich es für angebracht, dass ich hier zunächst die Methoden angebe, mittelst deren ich zu meinen Resultaten gekommen bin. Ich habe mich nicht auf eine Konservierungsflüssigkeit beschränken können, sondern musste sehr viele heranziehen, um bei der grossen Verschiedenheit, die die einzelnen Methoden boten, Vergleiche zu haben. Überhaupt ist es mir bei der Zartheit und Empfindlichkeit meines Objektes erst durch viele Versuche, die ich mit den einzelnen Methoden angewandt habe, gelungen, ein Verständnis der Bilder zu erlangen. Ebenso halte ich es für notwendig, dass ich mitteile, wie ich die Drüsen präpariert habe.

a) Präparation der Speicheldrüsen.

Bei den ersten Versuchen, die ich im Frühjahr 1899 anstellte, standen mir nur einige Helix pomatia zur Verfügung, die während des Winters an einem kühlen Orte in einem trockenen Gefässe aufbewahrt gehalten worden waren. Den ersten Helix, die wie alle übrigen Exemplare zugedeckelt waren, erbrach ich das Gehäuse und schnitt die Leibeswand bis zum Schlundkopf auf. Durch die Schnittöffnung drängten sich dann die Eingeweide hervor und deutlich waren am Ösophagus sowie an dem Anfangsdarm mit seiner weiten Ausbuchtung die beiden weiss aussehenden lappigen Speicheldrüsen zu sehen. Nachdem die Drüsen von dem übrigen Eingeweide behutsam abpräpariert waren, wurden sie sorgfältig in die Fixierungsflüssigkeiten gelegt. Bei den folgenden Versuchen liess ich die Tiere erst aus der Schale herauskommen, indem ich sie mit Wasser besprengte und in ein warmes Zimmer brachte. Wenn sich die Tiere dann vollständig, etwa auf einem Teller ausgestrekt hatten, übte ich an der Schale einen Gegenzug mit der einen Hand aus, um den Körper möglichst weit aus dem Gehäuse zu ziehen, und trennte mit einem kurzen Schnitt den Körper von der Schale. Diese Art der Präparation habe ich aber bald wieder aufgegeben, weil sie wenig vorteilhaft ist. Denn erstens kontrahiert sich der abgeschnittene Körperstumpf ad maximum und erschwert dadurch schon die weitere Präparation, und ausserdem bekommt man nie die ganze Speicheldrüse, sondern ein grosser Teil derselben wird durch die Kontraktion des Darmes in das Innere des Gehäuses zurückgezogen. Ich habe es daher vorgezogen wie beim ersten Versuche die Schale zu zertrümmern und dann von hinten her die Drüsen herauszupräparieren. Dadurch vermied ich nicht nur eine mechanische Verletzung der Drüse während der Präparation, sondern ich bekam dann auch stets das vollständige Organ zu

Gesicht. Bei den letzten Versuchen habe ich die Tiere auf folgende Weise getötet. Ich warf sie (Heliciden) in ein Gefäss mit Wasser, dem gerade so viel Chromsäure zugesetzt war, dass es rheinweinfarbig aussah, und legte dann einen Deckel auf das Gefäss, der direkt mit dem Wasser abschloss, damit keine Luft eintreten konnte. Bald fingen die Tiere an sich vollständig auszustrecken und im Gefäss herumzukriechen. In diesem Augenblick applizierte ich ihnen eine $^1/_4$—$^1/_2$ Pravazsche Spritze voll 1 %ige Kokainlösung. Wenn nun die Tiere sich auch im ersten Augenblick auf den Einstich hin etwas kontrahierten, so streckten sie sich doch bald wieder völlig aus, und aus dem schlaffen Herabhängen des Vorderleibs nach 10—15 Minuten konnte ich die lähmende Wirkung des Kokains beobachten. Ich wartete dann meist noch fünf Minuten und nahm darauf die Präparation vor; dabei hatte ich dann meistens die Genugthuung, dass sich die Tiere nicht mehr vollständig zusammenziehen konnten. Die Operation ging dann auch viel schneller von statten. Bei Arion und Limax legte ich meistens durch einen seitlichen Längsschnitt die ganzen Eingeweide mit den Speicheldrüsen frei. Auf Kokaininjektion zieht sich Arion zunächst stark zusammen, darauf sieht man, wie die Seite, an der die Injektion vorgenommen wurde, stark anschwillt. Allmählich streckt sich das Tier vollständig aus, wobei man unter dem sogenannten Schild deutlich die verlangsamten aber kräftigen Herzschläge wahrnehmen kann. Erwähnt sei hier, dass ich auch mit Kurare die Tiere (Arion) zu lähmen versuchte. Mit diesem Mittel habe ich keinen Erfolg gehabt, obgleich ich verschiedene Operationen versuchte, um ihnen das Gift möglichst wirksam zu applizieren. Zuerst legte ich ein kleines Stückchen Kurare in die Lungenöffnung. Hier wurde das Stück aber bald vollständig mit Schleim umhüllt wieder ausgestossen. Darauf machte ich auf dem Rücken eine Incision und steckte ein Stückchen recht tief unter die Haut; aber auch hier wurde

das Körnchen nach mehreren Minuten unter andauernden Muskelkontraktionen wieder aus der Schnittöffnung herausgestossen, ohne irgend eine lähmende Wirkung hervorgebracht zu haben. Ferner habe ich die Tiere narkotisiert mit Äther oder Chloroform. Während der Narkose kontrahierten die Tiere sich ad maximum und sonderten sehr viel Schleim ab. Wenn nun auch die Tiere betäubt waren und sich nach Zertrümmerung des Gehäuses verhältnismässig leicht präparieren liessen, so war doch die Schleimschicht, in der sie sich eingehüllt hatten, sehr lästig und hinderlich.

Die Tiere dadurch zu töten, dass man sie bis zu 48 Stunden, wie Swammerdam und andere es empfehlen, ins Wasser wirft, halte ich für weniger geeignet, da die Tiere durch ihre Hautporen und auch durch die Mundöffnung eine grosse Quantität Wasser aufnehmen; sie sehen dann vollständig aufgedunsen aus, und der Darm ist so gespannt, dass es bei der Präparation nur eines geringen Druckes bedarf, um die Darmwand zum Platzen zu bringen, wodurch die Herausnahme der Speicheldrüsen bedeutend erschwert wird.

b) Fixierung.

Sobald die Drüsen herauspräpariert waren, kamen einzelne Stücke in Rablsche, Zenkersche, Hermannsche und Altmannsche Lösung, daneben wurde noch 1% Osmiumsäure und Alkohol absolutus benutzt. Diese Fixierungsflüssigkeiten sind, was die Konservierung der Objekte anbetrifft, so verschiedenartig, und die Schnitte der so konservierten Stücke liefern teilweise von einander so abweichende mikroskopische Bilder, dass ich mich gezwungen sehe, jede Konservierungsmethode, sowie die davon erhaltenen Präparate für sich zu besprechen, um nachher zu versuchen, die einzelnen Bilder zusammenzustellen und zu sagen, welchem Stadium der Sekretion sie angehören.

Bevor ich nun auf die einzelnen Fixierungsmethoden eingehe, möchte ich erwähnen, dass ich mein Objekt auch im frischen Zustande als Zupfpräparat untersucht habe. Es eigneten sich dazu die Speicheldrüsen von Helix nemoralis und hortensis, sowie von Limnaeus stagnalis infolge ihrer Zartheit und geringen Grösse besonders gut. Die Macerationsversuche mit $^1/_3$% Kalilauge und ganz dünner Chromsäurelösung haben aber zu keinem rechten Resultat geführt.

Zur klareren Darstellung und zum Vergleich der einzelnen Resultate habe ich nun folgende Tabelle aufgestellt. Auf derselben ist bei allen Zellarten, die ich gesehen habe, bemerkt, wie sie fixiert wurden und wie sie sich den Farbstoffen gegenüber verhalten haben.

Das Altmannsche Gemisch ist geeignet, nicht nur die Zellgranula deutlich hervortreten zu lassen, sondern es ist, wie oben die Tafel zeigt, auch neben Fuchsin zu sämtlichen Kernfärbungen vorzüglich brauchbar.

Stellt man nun die sämtlichen angewandten Fixierungsflüssigkeiten dem Werte nach für mein Objekt zusammen, so muss man sagen, dass die Zenkersche, Rablsche und Hermannsche Mischung und die Sublimat-Kochsalzlösung nur unvollkommen fixieren, Osmiumsäure und Alkohol absolutus sich viel besser eignen, dass aber alle von dem Altmannschen Gemisch übertroffen werden, da man bei demselben mit Hülfe der verschiedensten Färbungen alle Zellelemente studieren kann.

c) Färbung.

Was die Färbungsmethoden angeht, so benutzte ich zunächst Alaun-Karmin und Borax-Karmin, worin die Stücke 24 Stunden verblieben. Von der Stückfärbung bin ich bald wieder abgegangen infolge der mangelhaften Tinktion der Objekte. Was

Tabelle über die Wirkung der Fixierungs-

Speicheldrüsenzellen			
Fixierungsmethoden	Färbungsmethoden	Zellleib	Kerne
Alkohol absolutus	Hämatoxylin-Eosin, Eisen-Hämatoxylin, Mucikarmin-Hämalaun	Stadien der sekretorischen Thätigkeit und Regeneration undeutlich	Details unvollkommen erkennbar
Sublimat-Kochsalzlösung	Hämatoxylin-Eosin, Eisen-Hämatoxylin, wässerige Bordeauxlösung	Alle Stadien der Regeneration sichtbar. Körncheneinschlüsse nach Färbungen mit Eisenhämatoxylin	Chromatin und Zwischensubstanz deutlich differenziert. Die Kernmembran und zeitweise ihre Auflösung sichtbar
Osmiumsäure	Hämatoxylin	deutlich in allen Stadien.	verquollen
Zenker	Hämatoxylin-Eosin-Eisen-Hämatoxylin, Mucikarmin, Bismarckbraun	nur mangelhaft konserviert	mangelhaft konserviert
Rabl	Hämatoxylin-Eosin, Eisen-Hämatoxylin, Säurefuchsin-Pikrinsäurelösung	unvollkommen konserviert	schlecht konserviert
Hermann	Gentianaviolett, Hämatoxylin, Eisen-Hämatoxylin	Regenerationsstadien deutlich sichtbar	Chromatin deutlich sichtbar. Kernmembran nicht sichtbar
Altmann	Hämatoxylin-Eosin, Hämatoxylin, Eisen-Hämatoxylin, wässrige Bordeauxlösung, Mucikarmin, Säurefuchsin-Pikrinsäurelösung	alle Stadien der Regeneration deutlich sichtbar	deutlich differenziert, besond. Eisen-Hämatoxylinfärbung, auch bei Fuchsin

flüssigkeiten auf die Speicheldrüsen.

Mucigene Substanz	Mucin	Körnchenzellen	Bemerkungen
tritt in Vakuolen auf. Speichelkugeln (Barfurth)	fädig geronnen, mit Hämatoxylin färbbar	nur sichtbar nach Färbungen mit Eisenhämatoxylin.	
undeutlich	fädig geronnen und mit Hämatoxylin färbbar	deutlich sichtbar nach Färbung mit Eisenhämatoxylin.	
ziemlich deutlich erkennbar	fädig geronnen, specifische Mucinfärbung mit verdünntem Delafieldschen Hämatoxylin (Flemming)	Körnchen braun, ohne Färbung erkennbar.	
nicht sichtbar	fädig geronnen, färbbar mit Hämatoxylin, Mucikarmin, Bismarckbraun	nur sichtbar nach Färbung mit Eisenhämatoxylin.	
schlecht erkennbar	fädig geronnen, mit Hämatoxylin färbbar	sehr gut sichtbar, mit und ohne Färbung.	
nur unvollkommen sichtbar	fädig geronnen, färbbar mit Hämatoxylin	sehr gut sichtbar mit Gentianaviolett- und Eisen-Hämatoxylinfärbung.	
vorzüglich sichtbar nach Färbung mit Eisen-Hämatoxylin	fädig geronnen, gut färbbar mit Hämatoxylin und Mucikarmin. In den ersten Stadien homogen od. leicht gekörnelt, vortrefflich erkennbar	deutlich erkennbar nach Färbung mit Eisen-Hämatoxylin und Fuchsin.	Die Altmannsche Mischung liefert mit nachfolgendem Eisen-Hämatoxylin und Delafieldscher Eisen-Hämatoxylin-Färbung die klarsten Bilder der verschiedenen Sekretionsstadien.

die einzelnen Teile zu viel an Färbung bekommen hatten, hatten andere wieder zu wenig. Darauf bin ich zu der Färbung mit verdünntem Delafieldschen Hämatoxylin (nach W. Flemming) übergegangen. Abgesehen von der nachher noch zu besprechenden Schleimfärbung eignet sie sich auch gut zur Kernfärbung bei meinem Objekte; besonders in den ersten Stadien der Sekretion zeigt das Hämatoxylin eine gute Kernfärbung, sodass man mit der Färbung sämtliche Stadien der Sekretion gut beobachten kann, besonders an Sublimatpräparaten, die mit Fischerschem Eosin nachgefärbt wurden. Das Eosin färbt dann besonders das Protoplasma, die Tunica propria und die Bindesubstanzzellen sehr scharf. Auch das Hämalaun hat mir gute Dienste gethan. Sehr wesentliche und kaum durch ein anderes Mittel völlig ersetzbare Dienste hat mir die Färbemethode mit dem Hämatoxylin-Eisenammoniakalaun (nach M. Heidenhain) geleistet. Die Vorzüge dieser Methode bestehen einmal in der aussergewöhnlichen Schärfe und Distinktion der mikroskopischen Bilder, und ausserdem lassen sich mit diesem Mittel viele Differenzierungen darstellen, die bei anderen Färbemethoden ausbleiben. Die meisten Strukturen innerhalb der Gewebe, die sich bei dieser Methode färben, nehmen eine schwarze bis stahlblaue Farbe an (Figg. 3, 4a und b, Figg. 5—11). Ich habe mich an die Vorschriften von M. Heidenhain gehalten. Teilweise habe ich diese Färbung mit einer anderen kombiniert, indem ich die Schnitte mit Eosin nachfärbte oder, wie Heidenhain vorgeschlagen hat, mit einer wässerigen Bordeaux-Karmin-Lösung vorfärbte. Diese Lösung färbt schon in sehr starker Verdünnung das Protoplasma. Ausserdem habe ich mit der Eisen-Hämatoxylin-Färbung die Schleimfärbung mit dem P. Mayerschen Mucikarmin verbunden. Neben der intensiven Schwarzfärbung des Protoplasmas und des Kernes trat auch gut die Rotfärbung des Schleimes hervor. Für die Färbungen mit dem M. Heidenhainschen Eisenhämatoxylin eignen

sich am besten die Präparate, die in Altmannschem Gemisch und in Sublimat-Kochsalz fixiert sind. Zum Vergleiche habe ich natürlich auch stets Präparate, die mit den anderen oben genannten Mischungen behandelt wurden, herangezogen, aber ich bekam selten so scharfe und deutliche Bilder wie gerade bei den beiden Fixierungsflüssigkeiten.

Die Präparate, die mit Hermannscher Lösung fixiert wurden, habe ich mit Gentilanaviolettlösung und nachfolgender Gramscher Jodkaliumlösung gefärbt. Man erhält mit dieser Methode eine vorzügliche Kernfärbung, leider sieht man aber von der Kernmembran nie etwas. Das Protoplasma ist stets dunkel gefärbt; einen Unterschied zwischen Schleim und Protoplasma ergiebt diese Färbung nicht. Dagegen werden die Körnchen in den „Körnchenzellen" blau gefärbt, sodass sie das gleiche Aussehen haben, wie die blaugefärbten Chromatinkörnchen. In den Körnchenzellen sind viele graubraun geblieben, ich glaube, dass die übrigen blau gefärbten Körner bei genügend starker Differenzierung ebenfalls jene graubraune Färbung annehmen würden. Man sieht nämlich häufig in den Körnchenzellen neben den braunen Körnchen noch solche, deren Centrum noch blau gefärbt ist, während die Peripherie den Farbstoff schon abgegeben hat.

Bei der Besprechung der Färbemethoden halte ich es auch für angebracht, auf die Schleimfärbungen einzugehen, ohne die es mir wohl kaum möglich gewesen wäre, die einzelnen Zellarten von einander zu unterscheiden. Hätte ich nun sämtliche Schleimfärbemethoden anwenden wollen, so wäre ich wohl kaum zu einem schnellen Ende gekommen, da jeder Forscher, der sich mit Schleimfärbungen beschäftigt hat, auch eine neue Methode angab; dass dieser Methoden nun nicht wenige sind, kann man aus P. Mayers (26) Litteraturangaben ersehen. Ich habe mich auf wenige von diesem Autor als besonders gut bezeichnete Schleimfärbemittel beschränkt. Leider muss ich aber eingestehen, dass für mein Objekt die von Mayer empfohlenen Mittel nicht

immer anwendbar sind, da ich trotz der peinlichsten Sorgfalt bei der Färbung der Präparate keine befriedigenden Resultate bekommen konnte. Ich bin nun weit entfernt, behaupten zu wollen, diese Mittel seien minderwertig oder gar unbrauchbar, ich möchte nur darthun, dass sie für die Methoden, mit denen ich meine Objekte fixiert habe, weniger geeignet erscheinen.

Ich habe zunächst das Thionin versucht, aber nie das Rotviolett des Schleimes erhalten, sondern sämtliche Zellen und Kerne färbten sich gleichmässig blau, sodass man nicht einmal eine Unterscheidung der einzelnen Zellarten erhielt. Darauf wandte ich Bismarckbraun an. Hiermit erzielte ich schon bessere Resultate, aber dieselben konnten immer noch nicht das bieten, was in diesem Falle gewünscht wurde. Bei der Anwendung einer dünnen wässerigen Lösung wurden freilich die Schleimzellen intensiv braun gefärbt, aber auch die Kerne und die übrigen Zellen nahmen eine mehr oder weniger starke Braunfärbung an, sodass man doch nie die Übergänge des Mucigens in Mucin wahrnehmen konnte. Darauf habe ich das von P. Mayer als das beste schleimfärbende Mittel, das Mucikarmin benutzt. Dieser Autor sagt von dem Mucikarmin pag. 317: „Nach meinen Erfahrungen stehe ich nicht an, dieses neue Mittel für eines der besten von allen, die zum Färben des Schleimes gebraucht werden, zu erklären. Denn nicht nur färbt es intensiv und in lebhaftem Rot, hebt also nach Hämalaun den Schleim gegen die Kerne ab, sondern die Färbung ist auch in infinitum haltbar. Es kommt daher dem Thionin nicht nur gleich, sondern übertrifft es gar.“ Dass ich mit dem Mucikarmin keine Resultate erhalten habe, liegt vielleicht an dem hiesigen Wasser. Auch auf Zusatz von doppeltkohlensaurem Natron konnte ich keine guten Färbungen erhalten. Ich bin daher zu der Einsicht gekommen, dass für mein Objekt verdünntes Delafieldsches Hämatoxylin das beste Schleimfärbemittel ist. Besonders nach Fixierung mit Osmiumsäure und

ihren Gemischen wird mit Hämatoxylin nicht nur eine ganz scharfe Schleimfärbung erzeugt, sondern man erhält auch die Stadien prägnant gefärbt, wo eben eine Umwandlung in Schleim stattfindet. Auch bei anderen Fixierungsflüssigkeiten tritt immer dieselbe scharfe Schleimfärbung hervor im Gegensatz zu der Rotfärbung des Protoplasmas mit Eosin. Dass nun der blaugefärbte Inhalt gewisser Zellen wirklich das fertige Sekret ist, geht einesteils daraus hervor, dass nur immer in einer gewissen Anzahl von Zellen diese Blaufärbung vorhanden ist, teils sieht man auch, wie sich der stark blaugefärbte Schleim aus der Zelle in die kleinen Ausführungsgänge, ja häufig auch noch in die grossen, fortsetzt. Um nun sicher zu gehen, dass die Blaufärbung des Sekretes durch eine Mucin oder eine dem Mucin verwandte Substanz hervorgerufen wird, habe ich an fixierten Stücken vom Fuss der Helix pomatia die Färbung mit verdünntem Hämatoxylin gemacht und dabei stets dieselbe scharfe Blaufärbung erhalten. Da nun O. Hammarsten (11) durch viele Untersuchungen festgestellt hat, dass in den Fuss- und Manteldrüsen der Schnecken sicher ein Mucin vorhanden ist, und ich sowohl an den Fuss-, wie auch Speicheldrüsen die gleiche typische Blaufärbung auf Schleim erhalten habe, so kann ich wohl mit Sicherheit auch bei den Speicheldrüsen den Schluss ziehen, dass die Blaufärbung in den Sekretionszellen durch ein Mucin hervorgerufen wird. Zum Schneiden benutzte ich ausschliesslich Paraffineinbettung.

2. Bestandteile der Drüsen.

a) Speichelzellen und ihre Kerne.

Ich versuche nun an der Hand der angegebenen Methoden die mikroskopischen Bilder zu erklären. Ein Blick ins Mikroskop zeigt ein so buntes Bild, dass man beim ersten Durchsehen des Präparates kaum imstande ist, zu entscheiden, welches die

eigentlichen Sekretionszellen sind. Wählen wir zu unserem Studium ein Präparat, das in Sublimat-Kochsalzlösung fixiert wurde und mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt ist (Figg. 1 und 12) so fällt uns sofort auf, dass es immer nur eine gewisse Anzahl von Zellen ist, die eine gleiche Färbung annimmt. Die verschieden gefärbten Zellen stehen so bunt nebeneinander, dass jeder Gedanke an gleichmässige Sekretionsvorgänge ausgeschlossen sein muss. Man findet hierfür nur dadurch eine genügende Erklärung, wenn man sich die Thatsache in Erinnerung zurückruft, dass die Speicheldrüsen im grossen und ganzen aus einzelligen Drüsen bestehen, wie Leydig nachwies. Ich sage im grossen und ganzen! Beim genauen Studium sämtlicher Präparate findet man, dass häufig in einer Zelle nicht nur ein Kern ist, sondern dass man mehrere Kerne findet. Zuerst glaubte ich, dass es bei den Sekretionszellen Fälle gäbe, wo in einer Zelle mehrere Kerne vorhanden wären. Doch gute Fixierungs- und Färbemethoden belehrten mich bald eines anderen. In Präparaten, die in Altmannscher Lösung fixiert und mit Eisen-Hämatoxylin und Mucikarium gefärbt waren, fand ich neben mehreren schwarzgefärbten Kernen intensiv schwarzgefärbte Streifen, die sich durch die Zelle, die schon durch ihre Grösse auffiel, zogen und die einzelnen Kerne von einander teilten. Durch Herrn Prof. Barfurth darauf aufmerksam gemacht, dass es sich hier um mehrere Sekretionszellen handeln könnte, die von einer Tunica propria umgeben seien, musterte ich nochmals sämtliche Präparate und fand an einem Osmiumpräparat von Limax variegatus sehr deutlich, dass neben einzelligen Drüsen, die freilich in weit überwiegender Mehrzahl vorhanden sind, auch mehrzellige vorhanden sind (Fig. 2). Man sieht deutlich in diesem Präparat, dass sämtliche Sekretionszellen von einer einzigen Tunica propria umschlossen werden, und dass diese in den Ausführungsgang übergeht. Es entspricht mein Befund dem, was Leydig über die Speicheldrüsen der

Bienen sagt: „Hier ist eine Anzahl von Sekretionszellen von einer gemenisamen, zarten Blase (Tunica propria) umhüllt.“ Eigenartig ist bei dem mehrzelligen Drüsensack, dass sich die Sekretionszellen nicht in demselben Sekretionsstadium befinden. Während die eine Zelle schon fertiges Mucin hat, zeigen die anderen noch deutlich die weiter unten zu besprechenden Vorstufen.

Neben den intensiv blau mit Hämatoxylin gefärbten Zellen in dem Sublimatpräparat, das wir uns zum Studium gewählt haben, (Fig. 1) fallen uns viele Zellen auf, die durch die Eosin-Färbung rot aussehen. Dass letztere nun nicht Bindesubstanzzellen, sondern ebenfalls Sekretionszellen sind, beweist zunächst der auffallend grosse Kern, dessen Chromatinfäden bei gut gelungener Färbung deutlich blau gefärbt sind, dann auch das wabenförmige Gerüst der Zellen, während die Bindesubstanzzellen, die besonders unten besprochen werden, glasig, homogen aussehen und einen im Verhältnis zu der grossen Zelle nur kleinen Kern besitzen. Dass ferner die hellrot gefärbten Zellen mit den grossen bläschenförmigen Kernen ebenfalls Sekretionszellen sind, wird noch dadurch bewiesen, dass ihre Hüllen die bei den Speicheldrüsen typische bindegewebige Struktur mit deutlich plattgedrückten Kernen besitzen und dass ferner in verschiedenen Fütterungsstadien das Auftreten dieser Zellen sehr variiert.

Diese Zellen zeigen das Stadium der sekretorischen Thätigkeit der Sekretionszellen, in denen sich das Protoplasma regeneriert, indem es mit dem Kern im innigen Zusammenhang steht, und wo noch keine Spur von Mucin vorhanden ist.

Was nun die Sekretionszellen, in denen sich schon fertiges Mucin befindet, anbetrifft, so kann man auch hier ausser dem Schleim als Hauptmasse des Zellinhaltes noch Protoplasma sehen, aber in so geringer Menge, dass man es nur um den Kern herum, an den Zellwänden und zum Teil in den Schleim-

massen selbst in Gestalt einer homogenen zusammengedrängten Masse nachweisen kann. (Figg. 8—11 pr.). Färbt man die mit Altmannscher Mischung fixierten Präparate mit Säurefuchsin, so sieht man, dass das Protoplasma aus kleinen Granula besteht. Diese Granula sind nun keine Kunstprodukte, wie man vielleicht annehmen könnte, sondern an Zupfpräparaten von lebenden Tieren sieht man, dass zwischen einer homogenen Substanz, die ich für fertiges Mucin halte, kleine, rosenkranzförmig angeordnete hellglänzende Körnchen liegen. Dies entspricht ganz den Ansichten Flemmings (10a). „Ich kann die Sichtbarkeit der Körnchen in frischen Drüsenzellen vollkommen bestätigen. Wenn man von der Submaxillaris eines eben getöteten Meerschweines rasch, sodass vom Entnehmen bis zum Ansehen nur wenige Sekunden vergehen, ein Scherenschnittchen mit starker Vergrösserung in Humor aqueus oder auch ohne Zusatz untersucht, so wird man über die vitale Existenz der Körnchen nicht im Zweifel bleiben; es scheint mir nicht einmal nötig, sehr dünne Schnitte zu nehmen". Das scheinbare Nichtvorhandensein des Protoplasmas wird in den Zellen, die sich durch ihre intensive Blaufärbung als schleimhaltig erweisen, dadurch herbeigeführt, dass das Mucin von den meisten Fixierungsflüssigkeiten zum Gerinnen gebracht wird, und dieser Niederschlag dann die Protoplasmareste verdeckt. Nach meinen Beobachtungen über diese Gerinnungen muss ich mich ganz auf den von Held eingenommenen Standpunkt stellen, der in seiner Arbeit die Fällungen des Zellinhaltes bei verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten einer eingehenden Untersuchung unterzogen hat. Gleich wie Held das Altmannsche Gemisch für das geeigneteste Fixierungsmittel des Protoplasmas hält, so kann ich nur seine Befunde bestätigen. Nur mittelst dieser Methode verbunden mit der Eisen-Hämatoxylin-Färbung vermochte ich nachzuweisen, dass in den stark blau gefärbten Schleimfäden noch Protoplasmareste vorhanden sind (Fig. 11 pr.). In welchem

Zusammenhang das Mucin mit dem Protoplasma steht, und welchen Einfluss letzteres auf die Entstehung des Schleims hat, werden wir nachher im Kapitel über die Entstehung des Schleims zu erörtern haben. Eigenartig erscheinen die Kerne in den Sekretionszellen, die sehr viel Schleim enthalten. Wir finden meistens in der stark blaugefärbten Masse einen homogenen, geschrumpften, mit Eosin stark rot gefärbten Körper, der sich bei scharfer Einstellung als Kern erkennen lässt. Eine deutliche Kernstruktur lässt sich nicht sehen, nur bemerkt man einen grossen Nukleolus; ausserdem sieht man, dass der Kerninhalt mit den Protoplasmaresten in Verbindung steht. Über die Beschaffenheit des Schleimes selbst vermögen uns die mikroskopischen Bilder kaum eine genügende Auskunft zu geben, da derselbe in allen Präparaten zu dichten Fäden geronnen ist. Dass diese dichten Niederschläge sowohl in den Sekretionszellen als auch in den Ausführungsgängen durch ihre Blaufärbung mit Delafieldschem Hämatoxylin ihre Anhäufung mit Mucin zeigen, wird genügend durch die oben besprochene spezifische Blaufärbung des Mucins mit Hämatoxylin bewiesen.

Betrachten wir sodann in unserem Sublimatpräparat eine andere Art von Zellen, die sich zwar durch ihre Färbung von den blau gefärbten unterscheiden, sonst aber ebenfalls Sekretionszellen sind (Fig. 1). Diese Sekretionszellen haben das fertige Sekret ausgestossen und sind nun teils in dem Stadium, wo das Protoplasma sich regeneriert und seine Fortsätze in den Raum der bindegewebigen Kapsel schickt, teils sieht man auch schon wieder Zellen (Figg. 8 und 9), in denen das Protoplasma vollständig regeneriert ist und innerhalb seiner Netze die von Barfurth als „Speichelkugeln“ bezeichneten Gebilde zustande kommen. Diese beiden Stadien lassen sich aber nur sehr undeutlich an dem mit Sublimat fixierten und Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparat erkennen; einen genauen Einblick in die Verhältnisse geben erst die Eisen-Hämatoxylinfärbungen sowohl

an mit Sublimat, als auch mit Altmann scher Lösung fixierten Präparate. Man sieht mit dieser Färbung, wie das schwarzgefärbte Protoplasma in den Raum der Bindegewebskapsel hineinwächst und immer kleiner werdende Vakuolen abtrennt. Diese kleinen „Sekretvakuolen" (Retzius) erhalten dann eine kugelähnliche Form und sind die von Barfurth bezeichneten „Speichelkugeln". Barfurth (2) sagt darüber in seiner Darstellung über die Sekretion der Speicheldrüsen: „In einem folgenden Stadium kommt es nun innerhalb der Maschen des Protoplasmanetzes zur Bildung von eigentümlich glänzenden Kugeln, deren Menge allmählich zunimmt. Diese Kugeln werden durch Hämatoxylin nicht gefärbt, zeigen nach Jodbehandlung eine glänzende Farbe und stellen nicht das eigentliche Sekret der Zellen dar, denn man findet in den Ausführungsgängen der Speicheldrüsen niemals die grossen glänzenden Kugeln, sondern eine feinkörnige Masse. Ihrer chemischen Natur nach halte ich diese Kugeln für eine Vorstufe des Speichelsekrets, für Mucigen." Diese Kugeln sind zweifelsohne Flüssigkeitskugeln, also mit Flüssigkeit angefüllte Vakuolen, in denen dann die Umbildung der Vorstufe des Speichelsekretes, des Mucigens, in Mucin stattfindet. Die Wandungen dieser Vakuolen bildet das Protoplasma, sodass man auch sagen kann, die Flüssigkeitstropfen geben dem Protoplasma eine grobmaschige Struktur. Den feineren Bau des Protoplasmas vermag man nur mit Fuchsinfärbung zu erkennen. Man sieht dann, wie in den Wabenwänden feine Granula liegen.

Ferner finden wir in dem Bild Zellen mit einer einzigen grossen Vakuole, einem grossen bläschenförmigen Kern und um ihn herumgelagert Protoplasma (Figg. 3, 4a und b, 5). Dass wir es hier ebenfalls mit Sekretionszellen zu thun haben, will ich hiermit besonders betonen. Dieses, sowie ein noch nachher zu besprechendes Stadium sind von Barfurth nicht besonders gezeichnet. Vergleicht man diese Bilder mit den Zeich-

nungen Blochmanns (5) in seiner Arbeit über die Drüsen des Mantelrandes bei Aplysia und verwandten Formen, so wird man ganz deutlich eine Ähnlichkeit herausfinden.

Blochmann hat diese Drüsen als junge Drüsen bezeichnet, in denen die Regeneration des Protoplasmas vor sich geht. Auch in unserem Bilde entsprechen diese Drüsen ungefähr demselben Stadium. Nur die Kerne unterscheiden sich. Während in Blochmanns Drüsen die Kerne eine vollständige Kernmembran besitzen, kann man an allen meinen Präparaten bei geeigneten Kernfärbemethoden beobachten, wie die Kernmembran aufgelöst ist und die Kernflüssigkeit in innigem Kontakt mit den sich um den Kern lagernden Protoplasmamassen steht (Fig. 4b, Fig. 5 und 7kö).

Wir haben hiermit die gleichen Erscheinungen wie sie von Conklin (9) dargestellt sind am Darmepithel von Oniscus und Armadillidium. Conklin sagt darüber: „In that portion of the intestinal wall on the ventral side immediately posterior to the well developed typhlosole the nuclear membrane is in all cases eccessively thin on the side of the cell next the lumen, and it is usually drawn out into finely pointed process which become continuous with the cyto-reticulum. In several cases which I have observed the nuclear membrane is altogether wanting on this side of the nucleus, and in such cases it can be readily seen that the cyto-reticulum is continued into the nucleus, while the chromatin granules, which are densest toward the middle of the nucleus, become directly continuous with the large microsomes of cytoplasma net.“

Zuweilen habe ich auch beobachtet, dass die Kernmembran nicht nur an einer Stelle geöffnet ist, sondern dass sich auch noch an einer anderen Stelle der Kernmembran eine Verbindung zwischen Kernflüssigkeit und Protoplasma befand. Dieses bietet in diesem Stadium häufiger eigenartige Erscheinungen. Man sieht oft eine homogene Protoplasmamasse von fast kuge-

liger Gestalt sich vom Kern aus in die Vakuole hineinerstrecken. In dieser Masse kann man bei sehr starken Vergrösserungen einen etwas helleren Hof und feine Körnchen sehen. Herr Prof. Reinke, der mich hierauf aufmerksam machte, glaubte, dass diese Bildung Sphären entsprächen. Ich fertigte darauf Serienschnitte von 3 μ Dicke an und färbte sie nach der Heidenhainschen Eisen-Hämatoxylinmethode, um zu der Gewissheit zu kommen, ob in den Sekretionszellen Centralkörper vorhanden wären. Trotzdem ich alle Serien genau durchgesehen habe, kann ich doch nicht mit Bestimmtheit sagen, dass ich Centralkörper gefunden habe. Es finden sich meistens immer neben den kleinen schwarzen Körnchen, die man wohl als Centralkörper ansprechen könnte, auch stets noch andere gleich tingierte Körnchen; ferner kann man auch nie die Sphärenstrahlung sehen. Da nun aber das ganze Gebilde so grosse Ähnlichkeit mit den Sphären hat, wie man sie an anderen Objekten dargestellt hat, so ist es keineswegs ausgeschlossen, dass es sich hier doch thatsächlich um Sphären mit Centralkörperchen handelt; doch kann ich es nicht sicher beweisen.

Weiter finden wir Sekretionszellen von der Form eines Siegelringes (Fig. 1). Man sieht den Kern wandständig und meist von bohnenförmiger bis ovaler Gestalt (Fig. 1 k). An ihm sowie an der hin und wieder etwas kollabierten Tunica sind geringe Protoplasmamengen gelagert. Die grosse Vakuole ist mit einer lymphähnlichen Substanz angefüllt, wie man es besonders gut an den mit Hermannschem Gemisch behandelten Stücken sehen kann. Manchmal ist diese lymphartige Substanz zu einer dichten unförmlichen Masse geronnen, welche sich aber färberisch niemals so verhält wie das Mucin. Dies Ganze ist wahrscheinlich ein Stadium, in dem sich die Sekretionszelle in Ruhe befindet. Die Ausstossung des Sekretes hat vermutlich soeben stattgefunden und die Zelle erholt sich zu neuer Thätigkeit. Ich habe hiermit die verschiedenen Erscheinungen,

die sich uns in dem mikroskopischen Bilde an den einzelnen Sekretionsdrüsen darbieten, beschrieben und kann damit zugleich konstatieren, dass ich im grossen und ganzen dieselben Resultate gewonnen habe, wie Barfurth.

Aus meiner Darstellung geht hervor, dass wir nie bei sämtlichen Sekretionszellen ein einheitliches Sekretionsstadium haben, sondern dass in jedem Präparate alle Stadien der sekretorischen Thätigkeit vertreten sind. Beifolgende Tabelle mag nun zeigen, dass dagegen die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Stadien bei den verschiedenen Fütterungsversuchen eine sehr variable ist.

Ich bespreche jetzt die Kerne der Speichelzellen.

Bei der Erklärung des Schnittes muss es auffallen, dass in jeder Sekretionszelle, die sich in einem anderen Funktionsstadium befindet, der Kern eine andere Gestalt hat. In den Sekretionszellen bemerkt man, dass sich die Kernsubstanz in die Substanz der Zellstränge kontinuierlich fortsetzt, worauf Herr Prof. Barfurth schon aufmerksam gemacht und welchen Befund er auch gezeichnet hat. Barfurth bezeichnet diese Verbindung zwischen Kern und Zellleib als Fortsätze. Mit den verästelten Kernformen aber, wie sie sonst bei den Raupen von Leydig und Korschelt (17) und bei den Bienen von vom Rath (31) beschrieben sind, sind die Bildungen an den Zellkernen der Speicheldrüsen der Gastropoden nicht zu vergleichen. An Alkoholpräparaten ohne direkte Schleimfärbung ist die Differenzierung nicht deutlich genug, um in den verschiedenen Stadien der Sekretion zu entscheiden, ob diese Kernfortsätze etwa durch Abnahme des osmotischen Druckes und dadurch entstehende Stechapfelform bedingt sind, oder ob die Kernmembran an einzelnen Teilen aufgelöst ist und nun der Inhalt des Kernes mit dem durch die Sekretionsmassen zu Zellsträngen zusammengedrängten Protoplasma des Zelleibes in Verbindung steht. Jedenfalls nimmt der Kern in dem Stadium, wo das Mucin gebildet wird, eine zackige Form an. Dagegen

Tabelle über die Sekretionsstadien bei

Nr. und Datum		Ruhende Zellen	Sekretions- In Thätigkeit tretende Zellen
I. am 4. V. 1899 und 24. IV. 1900.	Helix pom. und Helix nemoral. nach dem Winterschlaf, zugedeckelt, wurde aufgeweckt und dann ohne gefüttert zu werden, getötet	in geringer Anzahl vorhanden	selten
II. 7. VI. 1899.	Hel. pom. nach d. Winterschlaf, wurde 1 Std. gefüttert, und 9 St. post coenam getötet	selten	relativ häufig
III. 8. VII. 1899.	Hel. pom. im Sommer gefangen wurde um ½ 1 Uhr nachmittags mit angefeuchtetem Brot gefüttert, und um ½ 4 Uhr getötet. Der Darm war stark angefüllt mit Ingesta	wenig	häufig
IV. 5. IX. 1900.	Hel. pom. im Juli gefangen, nach 5 wöchentlichem Hungerstadium wieder mit Schwarzbrot gefüttert und 15 Std. post coenam getötet	zieml. häufig	häufig
V. 6. IX. 1899.	Hel. pom. im Sommer gefangen und längere Zeit auf Hunger gesetzt, in dem Augenblick getötet, wo sie im Begriff war zu fressen	wenig	wenig
VI. 6. IX. 1900.	Hel. pom. im Sommer gefangen, kurze Zeit gefangen gehalten, 2 Stunden gefüttert und 21 Std. post coenam getötet	viele	viele
VII. 18. VII. 1900. 6. IX. 1900.	Hel. pom. nach dem Winterschlaf. Limax variegat. frisch gefangen und 2 Tage hungern gelassen, 24 Stunden gefüttert	viele	viele
VIII. 3. VIII. 1900.	Arion empiric. frisch gefangen, 4 Tage gefüttert.	wenig	häufig
IX. 29. IX. 1900.	Hel. pom. 11 Tage gefüttert, nachdem sie 8 Woch. gehungert hatte	häufig	viele
X. 16. u. 24. VIII. 1900.	Hel. pom., Hel. hortens., Hel. nemoral., Limax variegat. und Arion emperic. frischgefangen	wenig	häufig

den verschiedenen Fütterungsversuchen.

zellen	Mucinhaltige Zellen		Körnchen- zellen	Glykogen- reaktionen m. Lugol scher Lösung
Zellen mit d. „Speichel- kugeln“	Zellen, d. d. M. noch nicht secerniert haben	Zellen, die gerade im Begriff sind, das Mucin auszustossen		
relativ häufig	zahlreich vorhanden	wenig	in auffallend starker An- zahl vorhand.	—
häufig	viele	viele	viele	—
wenig	viele	viele	zahlreich	—
in mässiger Anzahl	sehr zahlreich	relativ wenig	häufig	+
wenig	ziemlich zahlreich	häufig	sehr viele	—
häufig	relativ wenig	wenige	in mässiger Anzahl	+
geringe An- zahl	zahlreich	viele	in mässiger Anzahl	+
ziemlich viele	zahlreich	wenig	wenig	+
zahlreich	viele	häufig	häufig	+
ziemlich viele	zahlreiche	wenig	häufig	+

zeigen Präparate, welche in Altmannscher Flüssigkeit oder Sublimat fixiert sind mit Eisen-Hämatoxylin-Färbung diese feineren Verhältnisse aufs deutlichste, da hierbei die Kernmembran haarscharf hervortritt, sodass ihre Unterbrechungen ohne weiteres demonstrierbar sind.

Wie ich schon oben und bei Besprechung der Conklinschen Resultate bemerkt habe, kann man deutlich in gewissen Stadien sehen, dass die Kernmembran geöffnet ist und ein inniger Kontakt der Kernzwischensubstanz mit dem Protoplasma stattfindet. Was nun die Kernmembran betrifft, so ist darüber kurz folgendes zu sagen: Bei manchen Färbemethoden sieht man nichts von der Kernmembran, bei anderen sieht man aber, wie eine feine, intensiv gefärbte Linie die Kernsubstanz von dem Protoplasma abschliesst. Über die Verbindung der Zellsubstanz mit der Kernmembran ist man verschiedener Ansicht. Flemming (10) schreibt darüber in seiner Festschrift zu v. Kupffers 70. Geburtstage: „In dem oben citierten Buche habe ich die Äusserung v. Koellikers „Zellkerne sind Bläschen“ citiert und mich ihr angeschlossen, indem ich an der Existenz einer besonderen, als Kernmembran bezeichneten, achromatischen Wandschicht des Zellkerns festhielt, gegenüber von Peitzner und Retzius, welche eine solche Wandschicht nicht als dem Kern zugehörig, sondern als eine innere Verdichtung der Zellsubstanz um den Kern her zugeben wollten. . . . Es existiert hier also neben der gewiss vorhandenen und ziemlich starken „inneren Zellmembran“ in Peitzners Sinne noch eine deutliche darin gelegene Kernwandschicht, die hier sogar herauspräpariert vorliegt und von der ich nicht einsehe, weswegen man ihr den Namen einer Kernmembran versagen sollte. Eine Struktur ist in der Wand dieses Bläschens mit starken Ölsystemen nicht zu sehen; ich muss daher die Frage ganz offen lassen, ob sie im lebenden Zustande etwa Poren besitzt, die den Kernraum mit der Zellsubstanz in Verbindung setzen

könnte. Ich kann ihr Vorkommen bei Kernen aller anderen Zellarten nicht behaupten, für Ovarialeier gilt es sicher."

Im Gegensatz zu den zusammengeschrumpften bei Eisen-Hämatoxylin-Färbung fast homogenen Kernen von Stechapfelform finden wir in anderen Sekretionszellen Kerne von riesiger Grösse. Bei guten Färbemethoden (Hämatoxylin-Eosin bei Sublimatpräparaten und Eisen-Hämatoxylin, wenn gut differenziert wurde), kann man neben den Kernkörperchen, unter denen sich einige durch ihre besondere Grösse auszeichnen, deutlich ihre Struktur wahrnehmen. An diesen Kernen kann man dann deutlich sehen, wie schon oben bemerkt wurde, dass die Kernmembran nicht vollständig den Kern umschliesst, sondern dass sie sich nach einer Seite hin öffnet; mehreremale habe ich es auch gesehen, dass noch an einer zweiten Stelle eine Öffnung in der Kernmembran vorhanden war. An diesen Öffnungen lässt sich nicht nur deutlich beobachten, dass die Kernflüssigkeit in das Protoplasma übertritt, sondern dass auch viele kleine scharf gefärbte Körner von derselben Beschaffenheit wie die Körner in den Chromatinfäden des Kerns sich im Protoplasma befinden. In den Sekretionszellen, die die Form eines Siegelringes zeigen, ist der Kern meist noch platt gedrückt, doch variiert seine Gestalt etwas; häufig hat der Kern schon eine bohnenförmige Gestalt angenommen, doch sind seine Umrisse noch nicht ganz gleichmässig. Bei Benutzung der Mikrometerschraube sieht man, dass sich noch einige unregelmässige Hervorwölbungen am Kern befinden.

Ein auffallender Befund ist hier zu erwähnen. In Mitten einer Zelle lag ein riesiger, ovaler Kern, dessen Chromatin sichelförmig an die beiden Pole gedrängt war, und dessen sonstiger gesamter Inhalt Schleimfärbung zeigte. Wie ein Durchblick der Serie bewies, war diese Bildung sicher keine in die Zelle eingeschobene Kalotte einer zweiten Zelle, sondern ein vollständig innerhalb der Zelle liegender mit einer Membran versehener

Zellkern. Es handelt sich also wahrscheinlich um eine Degenerationserscheinung, wobei die Kernzwischensubstanz in Schleim umgewandelt war. Ich habe eine derartige Bildung nur einmal gesehen.

Mitosen habe ich bei sämtlichen Zellarten nicht wahrnehmen können.

b) Ausführungsgänge.

Wird eine Sekretionszelle vom Schnitt so getroffen, dass man die ganze Tunica propria in ihrem Verlaufe verfolgen kann, so sieht man bei guten Kernfärbungen, dass an dem Pol der Zelle, der dem Ausführungsgang zugewendet ist, vereinzelt kleine platte Kerne mit (Fig. 2a) einem deutlich erkennbaren Kernkörperchen liegen. Die Zellen dieser Kerne, deren Grenzen nicht zu sehen sind, deuten die erste Grundlage des Epithels der Ausführungsgänge an. Verfolgt man den Ausführungsschlauch in seinem Verlaufe weiter, so sieht man, wie die platten Kerne immer zahlreicher werden; bald erkennt man auch deutlich die Zellgrenzen, so dass man dann ein geregeltes Plattenepithel sieht (Figg. 1 u. 12a). Diese platten Zellen bieten nichts bemerkenswertes. Aus dem Plattenepithel entwickelt sich, wenn der Ausführungsgang an Grösse gewinnt, und seine Wand die ersten Muskelfasern bekommt, ein kubisches Epithel. Die Kerne dieser kubischen Zellen sind rund, und bei starken Vergrösserungen kann man strichförmig angeordnete Granula in den Zellen wahrnehmen. Allmählich geht nun das kubische Epithel in Cylinderepithel über, auf dem man einen deutlichen Kutikularsaum wahrnehmen kann. Hier muss ich die Frage behandeln, ob sich in den Ausführungsgängen Flimmerepithel, wie es besonders von Leydig bei Limax beobachtet wurde, vorhanden ist. Da Barfurth diesen Punkt auch besprochen hat, so werde ich der Kürze wegen citieren, was er zu der Angabe Leydigs sagt: „Letztere Angabe kann ich vollkommen bestätigen: bei Limax

variegatus sehe ich Flimmer selbst in den kleinsten Sammelröhren, während die sehr niedrigen Wimperzellen selber meist nicht deutlich hervortreten. In etwas grösseren Ausführungsgängen finde ich ein niedriges mit Wimpern versehenes Cylinderepithel, während in den grösseren Ausführungsgängen die Wimpern nur stellenweise auftreten. Bei Helix pomatia dagegen ist es mir weder an den kleineren noch an den grösseren Ausführungsgängen gelungen, ein Wimperepithel zu finden". Barfurth hat an mit Alaun-Karmin gefärbten Präparaten in den kleinsten Ausführungsgängen wohl zahlreiche Kerne gefunden, die niedrigen Zellen anzugehören scheinen, aber sicher zu sagen, ob hier ein Epithel vorhanden ist, konnte er nicht. Hierbei hat Barfurth sich den Befunden Sempers angeschlossen, letzterer „zweifelt aber trotzdem nicht im mindesten an dem Vorhandensein eines Epithels, da bei vorsichtiger Behandlung selbst in den feinsten Kanälen deutliche Wimperung wahrzunehmen ist." Dass diese von beiden gefundene Kerne wirklich einem Epithel angehören, ist schon oben gesagt worden. Was nun die Wimperung anbetrifft, so kann ich nur Leydigs, Sempers und Barfurths Angaben bei Limax variegatus und Limnaeus stagnalis bestätigen. Ja bei Limnaeus konnte ich an einem Zupfpräparate bei starker Vergrösserung sogar in der Nähe einer Sekretionszelle beobachten, wie unter Wimperung das Sekret fortgeschafft wurde. Bei Helix und Arion ist kein Flimmerepithel vorhanden, dafür sieht man aber auf den Cylinderzellen deutlich einen Kutikularsaum, wie man ihn am Darmepithel der Säugetiere findet. Haben sich alle Ausführungsgänge zu einem vereinigt, so wird das Epithel mehrschichtig. Die Cylinderzellen haben einen meist basal stehenden runden Kern und zeigen bei Hämatoxylin-Eosinfärbung eine feine Strichelung. Diese Streifen bestehen aus kleinen Körnchen, die sich mit Säurefuchsin deutlich rot färben; auch nach Osmiumsäure-Behandlung treten diese Körnchen deutlich hervor.

Ferner findet man zwischen den Cylinderzellen becherartige Zellen, die sich mit Hämatoxylin deutlich blau färben; häufig sieht man noch im Lumen des Ausführungsganges einen kleinen ebenfalls blaugefärbten Pfropf auf diesen Zellen sitzen. Infolge der typischen blauen Schleimfärbung darf man wohl den Schluss ziehen, dass diese Zellen ein Mucin liefern. Das geschichtete Cylinderepithel setzt sich bis in die Mundhöhle hinein fort und bildet bei der Einmündungsstelle der Ausführungsgänge eine ringförmige Falte. In den Hauptausführungsgängen fallen grosse Längsfalten auf, die denselben eine grosse Ähnlichkeit mit dem Ösophagus verleihen. Beide besitzen eine gleich gebaute Membrana propria, die aus homogenen Bindesubstanzzellen besteht, in denen Kalk- und Pigmentkörner eingelagert sind. Auf die Membrana propria folgt die Muskelschicht, die hier nicht aus gleichmässig angeordneten Längs- und zirkulär verlaufenden Schichten besteht, sondern ein buntes und inniges Geflecht bildet, dessen Struktur sich schwer erkennen lässt. Nach der Muskelschicht kommt eine Bindegewebsmasse, die sowohl den Ausführungsgang als auch die Drüsen selbst einhält. Epithel ist auf derselben nicht vorhanden. In der Wand des Hauptausführungsganges fallen hin und wieder grosse Zellen mit einem körnigen Protoplasma und rundem Kerne auf; aus der Ähnlichkeit, die diese Zellen mit den von Barfurth im Darm gefundenen Ganglienzellen haben, schliesse ich, dass wir es in unserem Falle mit gleichen Gebilden zu thun haben. Ausserdem kann man an den Ausführungsgängen die grossen Gefässe beobachten, die parallel den Ausführungsgängen umhüllt von vielen Bindesubstanzzellen verlaufen. Meine Versuche mittelst Injektion mit Berlinerblau in die Ausführungsgänge diese bis in die einzelnen Drüsenläppchen schon ohne Mikroskop verfolgen zu können, schlugen mir stets fehl, da mir jedesmal die Wände trotz des gelinden Druckes platzten.

c) Gefässe.

Bei der Besprechung des feineren Baues der Speicheldrüsen halte ich es auch für unumgänglich notwendig, dass ich hier eine Darstellung des feineren Baues der Gefässe folgen lasse, weil sie mit den Ausführungsgängen verwechselt werden können. Die Speicheldrüsen der Gastropoden werden ebenso wie die übrigen Eingeweide von der Aorta visceralis versorgt. Ihren Verlauf bei den Speicheldrüsen hat, wie schon oben gesagt wurde, Swammerdam sehr gut beobachtet und richtig gezeichnet. Die Gefässäste fallen besonders durch ihre milchig-weisse Färbung auf, so dass Lister glaubte, (Barfurth, Bau und Funktion der Gastropodenleber S. 481) es wären „vaisseaux laités". Diese Gefässe nun sind eben so wie die von Barfurth beschriebenen Lebergefässe arterieller Natur, weil sie direkte Zweige der Aorta visceralis sind. Auf den Quer- und Längsschnitten der Gefässe sieht man ein Geflecht von ziemlich dicken, teils quer, teils längs verlaufenden Fasern (Fig. 1), zwischen denen häufig kleine, fast ovale Kerne mit deutlichen Kernkörperchen sichtbar sind. Nach dem Gefässlumen zu wird diese Bindegewebswand von einer zarten homogenen Membran (Intima) begrenzt, die auf den Schnitten meist von ihrer Unterlage abgehoben ist und sich nur bei den Osmium-Gemischen und bei Sublimat vollständig erhalten hat. In den Alkoholpräparaten findet man nur einige Kerne als Zeichen ihres Vorhandenseins. Da ich besonders an Präparaten, die mit Hermannscher Lösung fixiert und mit Gentianaviolett gefärbt sind, die Intima an den Gefässen gesehen habe, so wäre damit nach meiner Ansicht auch der Kampf um das Sein oder Nichtsein der Intima entschieden zu Gunsten derer, die eine Intima nicht in Abrede stellten. Sobald die Gefässe an Grösse abnehmen, schwindet auch allmählich die Dicke der Gefässwand, und von einer Intima vermag man zuletzt nichts mehr wahrzunehmen. Mit der Abnahme der Gefässwandstärke schwindet

auch allmählich die Schicht der Bindesubstanzzellen, die die Gefässe vollständig umschliessen und meistens Kalkkörnchen in sich haben.

d) Bindesubstanzzellen.

Die Besprechung der Gefässe giebt mir Gelegenheit, kurz auf die „Bindesubstanzzellen" (Leydig) einzugehen; die Brock (7) und Bronn (8) in ihren Arbeiten geschildert haben. Wie schon oben gesagt wurde, finden sich die Bindesubstanzzellen besonders reichlich an den grösseren Ausführungsgängen und Gefässen. Ausserdem sind sie in der Umhüllung der Drüsen so reichlich vertreten, dass man den „Bindesubstanzüberzug", wie ihn Brock bezeichnet, schon mit blossem Auge erkennen kann. Die Bindesubstanzzellen sind, was ihr histologisches Verhalten anbetrifft, meist gross und glasig, ihre Grösse erreicht fast die der Sekretionszellen; dagegen ist der Kern im Verhältnis zu der grossen Zelle nur sehr klein und rund. Der Zellleib bleibt sowohl bei Hämatoxylin-Eosinfärbung als auch bei Osmiumfixierung von homogenem Aussehen und nimmt keinerlei Farbenton an; nur die verdichtete Grenzschicht wird von Eosin leicht rot gefärbt (Fig. 1 pl., Fig. 4a pl.). Diese glasigen Zellen sind von Leydig „Plasmazellen" genannt worden. Sie erlangen im Gastropodenkörper dadurch eine grosse Bedeutung, dass in ihnen nicht nur, wie Barfurth gefunden hat, zuerst das Glykogen auftritt, sondern dass sie bei guter Ernährung des Tieres als die eigentlichen Aufspeicherungsorte des Glykogens bezeichnet werden können. Die von Brock beschriebenen kernförmigen Bindesubstanzzellen habe ich in den Drüsen nicht beobachten können. Dagegen fielen mir an vielen Präparaten die mit Eosin intensiv rot gefärbten Bindegewebsfibrillen auf, die beinahe das gleiche Aussehen wie die Muskelfasern haben. Nach Brock gehen diese Fibrillenbündel aus Spindelzellen hervor. Bei schwachen und

mittelstarken Vergrösserungen erscheinen sie homogen, erst bei Ölimmersion vermag man eine feine Längsstreifung wahrzunehmen. Kerne in ihnen zu finden hält sehr schwer, Brock ist es erst nach langem Suchen gelungen. Die Scheide der Fibrillen ist strukturlos und erscheint bei starker Vergrösserung als eine feine hellglänzende Linie.

Was nun die Häufigkeit des Auftretens der Bindesubstanzzellen bei den verschiedenen Gastropodenspecies anbelangt, so stimme ich vollständig mit Barfurths Angaben überein: „Die Speicheldrüsen von Limax sind verhältnismässig arm an Bindesubstanz, während sich in denen von Helix pomatia ausserordentlich viele Leydigsche Bindesubstanzzellen, namentlich an allen Ausführungsgängen vorfinden."

Bei der Besprechung der Bindesubstanzzellen halte ich es auch für angebracht, dass ich meine Untersuchungen auf Kalk in den Speicheldrüsen mitteile, da der Kalk sich doch nur in gewissen Bindesubstanzzellen oder Kalkzellen vorfindet. Es fallen neben den noch zu besprechenden „Körnchenzellen" helle homogene Zellen auf, in denen sich ebenfalls Körnchen vorfinden. Da sich diese Körnchen meist immer in den Bindegewebszellen in der Umgebung der Gefässe vorfinden, so nehme ich an, dass es hier die von Barfurth beschriebenen Kalkzellen sind. Es war jetzt nur noch die Entscheidung zu treffen, ob es kohlensaurer oder phosphorsaurer Kalk ist. Nach Barfurths Angaben mussten diese Körnchen aus kohlensaurem Kalk bestehen worauf hin ich meine Reaktionen machte. Trotzdem ich Essigsäure von verschiedener Konzentration 0,5%—5,0% habe auf die Präparate einwirken lassen, konnte ich nie ein Aufsteigen von Gasblasen beobachten. Da ferner nach Barfurths Untersuchungen die kohlensauren Kalkkörner bedeutend grösser sind als die phosphorsauren, so musste ich, da die geringe Grösse doch mehr für phosphorsauren Kalk sprach, untersuchen, ob es sich hier nicht um phosphorsauren Kalk handle. Während

ich nie ein Aufsteigen von Gasbläschen in verdünnten Säuren beobachten konnte, so zeigte andererseits eine qualitative Untersuchung auf Phosphorsäure mit positivem Resultate, dass es sich hier wahrscheinlich nur um phosphorsauren Kalk handle. Ich machte meine Untersuchung nach Vorschrift von Barfurth. Ich kochte zwei Speicheldrüsen von Helix pomatia mit verdünnter Salpetersäure, filtrierte und setzte dem Filtrate 10% Ammoniummolyldänat hinzu. Es trat zunächst eine leichte Gelbfärbung ein, und nach längerem Stehen hatte sich ein weissgelber Niederschlag gebildet. Dieser Niederschlag löst sich in einem Überschuss von Ammoniak wieder auf. Wenn nun auch der Niederschlag äusserst gering war, so kann man doch aus der Reaktion den Wahrscheinlichkeitsschluss[1]) ziehen, dass man es mit phosphorsaurem Kalk zu thun hat. Es scheint mir dies beachtenswert, weil Barfurth in der Leber und im Mantel der Gastropoden phosphorsauren Kalk gefunden hat, sonst aber in keinem andern Organ, das er darauf hin untersucht hat.

e) Körnchenzellen.

Am Schluss der Besprechung der verschiedenen Zellarten, die sich in den Speicheldrüsen finden, muss ich noch auf eine Zellart genauer eingehen, für deren Bedeutung ich mir keine Erklärung schaffen konnte, obgleich ich von Anfang an alle erdenklichen Untersuchungen angestellt habe, um ihr Wesen zu erkennen. Es sind diese Zellen vielleicht identisch mit den bei den Wirbeltieren im Bindegewebe vorkommenden „Körnchenzellen", weshalb ich sie ebenfalls so bezeichne. Sie sind von derselben Grösse wie die eigentlichen Sekretionszellen (Fig. 1 und 12 kz). Ihr Inhalt besteht aus Kugeln, die sich durch ihren

[1]) Es ist wohl klar, dass durch einen einzigen Versuch der Nachweis von phosphorsaurem Kalk nicht erbracht ist. Barfurth.

Bau und ihre Färbung deutlich von den Barfurthschen Speichelkugeln oder unseren Vakuolen unterscheiden und auch unter sich an Grösse verschieden sind. Zwischen diesen Kugeln zieht sich ein feines Netz hin, das man nur bei starken Vergrösserungen und bei Eisen-Hämatoxylinfärbung erkennen kann. Der Kern der Körnchenzellen (Fig. 12 k k) ist meistens kleiner wie der der Sekretionszellen, rund, besitzt deutliche Kernkörperchen und steht meist in der Mitte der Zelle; zuweilen ist der Kern gelappt, wie ich es an einem Osmiumsäurepräparat deutlich beobachten konnte. Die Körner färben sich intensiv rot mit Säurefuchsin, schwarz mit Eisen-Hämatoxylin und blau mit Gentianaviolett, ebenso wie sich die Kernkörperchen mit diesen Färbeflüssigkeiten färben. Bei Eosinfärbung bekommen die Körnchen nur einen schwachen rosa Farbenton.

Zunächst glaubte ich, dass es sich hier um die Kalkzellen handelte; ich machte daraufhin Versuche, um die Körnchen mit verdünnter Essigsäure aufzulösen. Zuerst beobachtete ich direkt unter dem Mikroskope, als ich aber niemals eine Auflösung erhielt, wurden die Präparate bis zu 24 Stunden in 2%ige Essigsäure gebracht, doch auch dann trat niemals eine Lösung dieser Körnchen ein. Aus Kalk können diese Körner also nicht bestehen. Darauf habe ich die Schnitte in Äther gebracht, um zu sehen, ob hierin Lösung eintrat in der Vermutung, es könnte sich vielleicht um Fettzellen handeln. Ich wurde hierauf durch die Biedermannsche und Moritzsche Arbeit gebracht, die in der Leber Fettzellen gefunden hatten. Doch auch in Äther trat keine Lösung ein, es konnten also auch keine Fetttröpfchen sein. Als ich sah, dass es sich in diesen Zellen weder um Kalk noch um Fett handelte, färbte ich die Schnitte mit Alaun-Karmin-Dahlia (nach Westphal) auf Mastzellen, doch auch mit negativem Erfolge. Einen Einwurf, dass diese Körnchenzellen vielleicht ein bestimmtes Stadium in den Sekretionszellen vorstellen, möchte ich mit folgenden Gründen widerlegen. Zunächst stimmt

der Bau der Körnchenzellen nicht mit dem der Sekretionszellen, die Speichelkugeln enthalten, überein. Dann fehlt an den Körnchenzellen der von der Tunica propria gebildete Sack mit den glatten Kernen und infolgedessen vermag ich auch keinen Ausführungsgang an ihnen zu entdecken, obgleich ich sehr viele Präparate daraufhin durchgesehen habe. Und schliesslich entspricht ihr Auftreten, wenn man sie nämlich für die Barfurthschen „Speichelkugelzellen" halten wollte, gar nicht dem, was Barfurth davon sagt. Nach ihm treten „die Speichelkugeln bei einem Limax cinereoniger, der 38 Tage gehungert hatte und dann Brot bekam, 7 Stunden nach der Fütterung auf. Bei Limax variegatus wurde das Auftreten der ersten Kugeln zwischen der 8.—11. Stunde der Fütterung beobachtet, ähnlich verhielt sich Helix pomatia und Arion empiricorum. Die totale Anfüllung der Zellen mit Speichelkugeln wurde bei einigen Limax variegatus $10^1/_2$ Stunden nach der Mahlzeit vollendet, bei Helix war dieser Vorgang in einem Falle 12 Stunden nach Beginn des Fressens noch sehr wenig vorgeschritten." Daraus geht also hervor, dass im Hungerstadium keine oder doch nur sehr wenige Speichelkugeln zu finden sind, nach der Fütterung aber allmählich ihre Zahl stark zunimmt. Ganz anders bei den Körnchenzellen. Diese treten gerade im Hungerzustande, sei es nach dem Winterschlaf, oder sei es nach siebenwöchigem Hunger, wenn sie frisch eingefangen waren, in besonders grosser Anzahl auf. Füttert man dann die Tiere, so kann man beobachten, dass bis zu einer gewissen Zeit, ungefähr 24 Stunden nach der Fütterung, die Zahl der Körnchenzellen etwas abnimmt. Darauf beginnen sie nach mehrtägiger anhaltender Fütterung wieder zahlreicher aufzutreten, aber ich glaube nie in dem Masse, wie beim Hungern. Selbst im Hungerstadium finden sich noch Verschiedenheiten. So fand ich in den Schnitten von Helix pomatia, die 5 Wochen gefastet hatte, nur wenig Körnchenzellen, während sich bei einem anderen Tiere nach

7 Wochen sehr viele fanden. Hiermit glaube ich genügend klargestellt zu haben, dass diese Körnchen mit den Speichelkugeln nichts gemein haben. Auch mit den ovalen Gebilden in den Schleimdrüsen der Haut, wie Leydig (24) sie dargestellt hat, haben sie keine Ähnlichkeit, da sie stets, wie schon oben gesagt wurde, deutlich kugelig sind. Es ist schliesslich noch ein Umstand, der sehr dagegen spricht, dass die Körnchen den Speichelkugeln entsprechen. Während man bei letzteren deutlich einen Übergang der Speichelkugeln in Mucin beobachten kann, ist es bei den Körnchenzellen niemals der Fall. Ich überlasse es daher späteren Untersuchern, genügende Aufklärung über diese Zellart zu bringen.

3. Veränderungen der Drüsenzellen während ihrer Sekretionsthätigkeit.

Sämtliche Autoren, die sich mit den Drüsen und ihrer Funktion beschäftigt haben, sind bemüht gewesen, eine Erklärung der Sekretion und der Regeneration der Drüsenzellensubstanz zu liefern. Ich gebe im nachfolgenden nur eine kurze Übersicht der herrschenden Anschauungen, soweit sie auf meinen Gegenstand Bezug haben und verweise im übrigen auf die eingehende Darstellung der Litteratur bei Nussbaum, Stöhr, Krause, Solger u. a.

E. Pflüger (29) vertritt folgenden Standpunkt: Man muss sich die Drüsenzelle als Bildnerin des Sekretes vorstellen, sie secerniert ohne in ihrem Bestehen gefährdet zu werden. Die Sekretionsstoffe werden in der Zelle niedergelegt, damit sie zu gewissen Zeiten abgegeben werden können; wenn dies erfolgt ist, kann nachher von neuem die Bildung des Sekretes erfolgen. Nach seiner Theorie hat man dann folgende anatomische Veränderungen zu erwarten. Bei Entleerung der Zelle wird sie kleiner und zwar

in jeder Richtung; die Membrana propria als elastische Haut gedacht, wird es gestatten, dass die Alveolen ein kleineres Volumen einnehmen. Die Entleerung des Mucins bewirkt es auch, dass sich die Zelle anders gegen Färbemittel verhält (S. 329), weil nur das Protoplasma der Zelle zurückgeblieben ist (s. Hebold, S. 10).

Anders deutet R. Heidenhain (14) die Vorgänge in den Drüsen. Nach ihm tritt in der Zelle eine schleimige Degeneration ein. Die mit Schleim gefüllte Zelle wird mit ihrem Sekrete gleichzeitig ausgestossen und die entarteten Zellen werden durch neue Anbildungen ersetzt. Heidenhain drückt sich so aus: „Nach mässiger Thätigkeit werden die Kerne rund, zeigen deutliche Kernkörperchen und rücken mehr nach der Mitte der Zelle hin. Die Letzteren beginnen sich zu verkleinern, indem das Mucigen“ — so nennt Heidenhain die helle Substanz, die die Maschen des Protoplasmanetzes ausfüllt und das Absonderungsmaterial vorstellt — „in lösliches Mucin übergeht, welches allmählich aus den Zellen austritt, um gleichzeitig durch die Vermehrung des Protoplasma sich zu trüben, Veränderungen, die mit der Dauer der Zeit immer weiter fortschreiten. Bei lange anhaltender Thätigkeit der Schleimzellen gehen sie zu Grunde, ein Ersatz tritt von den Randzellen aus durch Wucherung derselben ein“.

Diese Theorie ist von Lavdowsky (12) modifiziert worden. Seine Ansicht besagt, „dass, obwohl die Schleimzellen (der Schleimspeicheldrüsen), wenn sie einmal entwickelt sind, in bestimmten Momenten, nämlich bei Anreizung ihres Protoplasmas zur Thätigkeit, eine bedeutende Rolle bei der Schleimbildung spielen, d. h. bei den erwähnten Vorbedingungen neue Schleimmassen erzeugen können, sie hernach dennoch zu Grunde gehen und zwar wahrscheinlich um so schneller und in um so grösserer Menge, je energischer sie arbeiten, je mehr Schleim sie in einer bestimmten Zeiteinheit hervorbringen. Und dieser Teil der

zweiten Behauptung ergiebt sich direkt aus den Hinweisen der Versuche; je stärker innerhalb der oben angegebenen Grenzen die Reizung war, um so schneller trat der Prozess der beschriebenen Veränderungen ein.

Es liegt demnach klar zu Tage, dass die einmal ausgebildeten Schleimzellen nach einer gewissen Dauer ihrer Aktion in der That „transitorisch" werden und in diesem Sinne darf man Heidenhains Ansicht über sie annehmen."

Hebold (13), der unter Nussbaums Leitung arbeitete, ist bei der Untersuchung der Becherzellen im Froschösophagus zu folgenden Resultaten gekommen. Er hat an den Becherzellen beobachtet, wie sie in die Höhe geschoben werden durch junge Zellen, die den Nachwuchs bilden.

„Die beobachtete Sekretion der Zellen, deren Fuss noch ganz protoplasmatisch und deren Kern vollsaftig ist, spricht aber dafür, dass der ganze Prozess nicht als eine Verschleimung der Zelle aufzufassen ist, dass die Sekretion des Schleimes nicht dann vor sich geht, wenn die Zelle selbst ein Mucin geworden ist; sie würde sonst im Akte der Ausstossung ihres Inhaltes selbst aufgehört haben zu existieren". Bei der Untersuchung der Eileiterdrüsen des Frosches fand Hebold dann, dass die Regeneration der Zelle von dem Kern und dem diesen umgebenden Protoplasma ausgehe; er kommt schliesslich zu folgendem Resultate: „Bei schnell arbeitenden Drüsen ist ein Teil der Zellen protoplasmatisch und dient nach Ablauf einer kräftigen Sekretion als Ersatz. Es muss aber auch nach einer solchen Sekretion möglich sein, dass diejenigen Zellen, welche sich eben daran beteiligt haben, in den protoplasmatischen Zustand zurückkehren, wie es wenigstens durch das Verhalten der Eileiterdrüsen im hohen Grade wahrscheinlich gemacht wird. Demgemäss ist die Speichelabsonderung als eine wahre Sekretion und nicht als die Ausstossung umgewandelter Zellen aufzufassen".

Stöhr (33) stellt in seiner Abhandlung über die sekretorische Thätigkeit der Epithelzellen diesen Vorgang so dar: „Bei vielen Schleimdrüsenzellen ist die Bildung des Sekretes anfänglich gleichfalls an Körnchen geknüpft, dieselben wandeln sich aber alsbald in eine helle Masse, den Schleim um, der an der dem Drüsenlumen (resp. der freien Oberfläche) zugekehrten Seite der Zelle gelegen sich mehr oder weniger scharf gegen das noch nicht umgewandelte Protoplasma abgrenzt. Mit fortschreitender Sekretbildung werden immer grössere Mengen Protoplasma zu Sekret umgewandelt, Kern und Rest des nicht umgewandelten Protoplasma werden gegen die Basis der Zelle gedrückt, dabei wird der früher längsovale Kern allmählich rund oder selbst abgeplattet. Die ganze sekreterfüllte Zelle ist bedeutend grösser geworden. Endlich platzt die Zellwand an der freien Oberfläche. Das Sekret tritt allmählich aus, während gleichzeitig das sich regenerierende Protoplasma, sowie der emporrückende Kern der nunmehr wieder verkleinerten Zelle das Aussehen des sekretleeren Zustandes verleihen. Die meisten Drüsenzellen gehen beim Sekretionsakte nicht zu Grunde". Weiter schildert Stöhr auch, „dass die Kerne vieler Drüsenzellen den wechselnden Funktionszuständen entsprechende Bilder zeigen; so sieht man bei den sekretleeren Zellen den Kern mit einem feinen Chromatingerüst und deutlichen Kernkörperchen, während letzteres im Kern sekretgefüllter Zellen fehlt und das Chromatingerüst in Form grober Brocken erscheint".

Nach Nussbaums grundlegenden Experimenten an Argulus foliaceus (28) besteht die Sekretion „in der Bildung und Aufspeicherung der Vorstufen des Sekretionsmaterials, seiner Umformung in den Zellen und in der Entleerung des fertigen Sekretes aus den Zellen". Diese gehen dann bei der Entleerung selbst nicht mit zu Grunde, sondern „jede einzelne bewahrt die Fähigkeit der Reproduktion, wenn sie auch schon funktioniert hat".

Nach List (Archiv für Mikroskop. Anat. Bd. 27, S. 551 ff.) der den Vorgang der Sekretion an den Becherzellen in der Oberhaut der Oberlippe von Cobitis fossilis studierte, „beruht die Sekretion auf einer Art Quellungsprozess, der vorwiegend die Interfilarmasse ergreift. Dieser Quellungsprozess ergreift in der Regel den oberen, dem Stoma zunächst liegenden Teil, schreitet nun allmählich nach unten fort und bringt immer grössere Massen zur Ausstossung". Die Becherzelle geht bei der Sekretion nicht mit zu Grunde, sondern ist imstande, „den Sekretionsakt öfters zu wiederholen. Schliesslich wird aber dennoch die Becherzelle ausgestossen."

Krause (28) stellt sich die Sekretionsvorgänge so vor: „Wenn die Zelle während ihrer sekretorischen Thätigkeit den Schleim ausgestossen hat, so rückt von dem anrückenden Lymphraum her ein eiweisshaltiges Sekretionsmaterial in die Maschen ihres Protoplasmas ein und wird hier in Form feiner Granula durch Fixationsmittel ausgefällt. Durch die Thätigkeit des Zellprotoplasmas findet zunächst eine Eindickung der Eiweisslösung statt, was sich durch Auftreten gröberer Granula manifestiert. Schliesslich erfolgt dann die Umwandlung in Schleim oder schleimhaltige Substanz, welche durch Fixationsmittel nicht mehr granulär ausgefällt wird. Diese Umwandlung könnte entweder in den Maschen selbst vor sich gehen oder das Protoplasma nimmt das Sekretionsmaterial in seine Substanz selbst auf und stösst das umgewandelte Produkt in die Maschen aus."

Soweit die verschiedenen Theorien über die sekretorische Thätigkeit in den Drüsenzellen. Wie meine Darstellung der Vorgänge an meinem Objekte zeigen wird, stimmt dieselbe am meisten mit den von Hebold an den Froscheileiterdrüsen gefundenen Resultaten überein. Meine Angabe über die Sekretionsthätigkeit der Drüsenzellen ist schliesslich auch nur eine Hypothese, weil ich sie nicht am lebenden Material habe beobachten, sondern nur durch Vergleich einer grossen Anzahl fixierter

Präparate aus den verschiedensten Fütterungsstadien erschliessen konnte. Bei der Thätigkeit der Sekretionszellen haben wir zwei Momente zu unterscheiden, erstens die Bildung und zweitens die Ausstossung des Sekretes. Die Bildung des Sekretes müssen wir von dem Augenblick an rechnen, wo der Kern und das Protoplasma anfangen in die Höhle des Bindegewebssackes, hineinzuwachsen bis zum Moment, wo die Umwandlung des Mucigens in Mucin erfolgt. Ist dieses vollständig gebildet, so beginnt das Entleerungsstadium der Zelle. Hat die Drüsenzelle ihr Sekret ausgestossen, so tritt sehr schnell eine lymphartige Flüssigkeit in den meist kollabierten Drüsensack; während dieses Augenblickes ist der stark geschrumpfte Kern wandständig und nur von einer geringen Protoplasmamenge umgeben. Man kann dies als Ruhestadium bezeichnen. Ich glaube annehmen zu müssen, dass diese ruhenden Zellreste so lange in Unthätigkeit bleiben, bis sich der ganze Bindegewebssack mit Lymphe angefüllt hat. Die Thätigkeit der Sekretion beginnt mit dem Wachstum des Kernes. Dieser nimmt an Masse zu, rundet sich allmählich ab und bekommt eine längsovale Gestalt. Mit dem Wachstum des Kernes beobachtet man, wie der den Kern umgebende Protoplasmasaum sich vergrössert und an der Tunica propria entlang wächst. Bei weiter fortschreitender Thätigkeit beginnt der Kern allmählich eine sehr grosse, bläschenförmige Gestalt anzunehmen und in die Mitte der Zelle zu wandern. Jetzt kann man sehr deutlich sehen, wie sich die Kernmembran an einer oder mehreren Stellen auflöst, und dadurch eine innige Verbindung zwischen Kernsubstanz und Protoplasma hergestellt wird. (Fig. 4 b — Fig. 7 kö.). Während dessen beginnt auch das Protoplasma auszuwachsen, in Gestalt feiner Fäden durchzieht es den Binnenraum des Sackes. Oft sieht man, wie sich vom Kern aus ein dicker Protoplasmafaden durch die Vakuole erstreckt (Fig. 7 pr.), von dem aus dann wieder Fäden abgehen, die sich mit den vom wandständigen Protoplasma

auswachsenden verbinden. Man darf diese Bildung nicht etwa verwechseln mit den durch Fixierung entstehenden Mucinfäden, welche in dieser Gestalt lediglich ein Artefakt sind. Auf diese Art wird allmählich ein wabenförmiges Gerüst hergestellt, und durch den sekretorischen Druck entstehen nun rundliche Vakuolen, welche den Barfurthschen Speichelkugeln offenbar entsprechen. Semper fasst diese Gebilde als „Bläschen" auf, „die sich immer mehr vermehren bis zur gänzlichen Ausfüllung der Zelle". In den Vakuolen beginnt dann die Umwandlung des Mucigens in Mucin. Doch bevor ich hiervon spreche, will ich hier die Ansicht Solgers (32a) und Helds (15) über die Entstehung der Vakuolen mitteilen, die eine andere Theorie für die Drüsen der Säugetiere vertreten. Während ich an meinem Objekte gefunden habe, dass die Sekretvakuolen durch das Hineinwachsen des Protoplasmas in den Drüsensack entstehen, nimmt Held an, dass das Protoplasma die ganze Zelle ausfüllt und dann durch seine Umwandlung in Sekrettropfen zur Vakuolisierung der Zelle führt, da „die Sekretbildung und -speicherung ein Prozess in der Drüsenzelle ist, welcher zur Selbstvakuolisierung ihres Protoplasmas führt. Die sekretvolle Drüsenzelle ist dann durch zahlreiche Lücken im Protoplasma oder Vakuolen charakterisiert, welche ein verschieden konzentriertes, flüssiges oder mehr festeres Sekret enthalten". Nach den Untersuchungen, die Solger an der Glandula submaxillaris der Katze gemacht hat, „tritt das Sekretionsmaterial zunächst in kleinen Tropfen oder Körnern auf, die sich in gewissen Reagentien (Formalin, Sublimat) fixieren lassen. Indem mehrere dieser Vorstufen zu einem grösseren Tropfen zusammenfliessen, erleidet ihre Substanz eine Änderung, die am frischen Präparat nicht, wohl aber am fixierten Objekt zu erkennen ist; sie löst sich in fixierenden Flüssigkeiten, und so entsteht eine rundliche Lücke, für die man immerhin die einmal eingebürgerte Bezeichnung „Sekretionsvakuole" beibehalten kann, nur muss man

solche Sekretionsvakuolen stets noch schärfer charakterisieren durch den Zusatz des angewandten Reagens".

Wenn in den Sekretionszellen eine genügende Teilung der Vakuolen stattgefunden hat, oder wenn sie wie Barfurth sich ausdrückt „ganz vollgepfropft sind mit den Speichelkugeln," so beginnen die chemischen Umwandlungsprozesse in ihnen. Man kann dann deutlich beobachten, wie sich aus dem Mucigen das Mucin entwickelt, das an den Osmiumsäurepräparaten die spezifische blaue Mucinfärbung mit dem Delafieldschen Hämatoxylin zeigt (Fig. 10m). Die Mucinmenge nimmt dann schnell in der Zelle zu, bis die ganze Zelle damit angefüllt ist, doch so, dass man noch immer die Reste des Protoplasmas in Gestalt von stark färbbaren Membrandurchschnitten sieht. Selbst durch die geronnenen Mucinfäden kann man mittelst der Heidenhainschen Eisen-Hämatoxylin-Färbung die Protoplasmareste wahrnehmen. Mittelst dieser Methode sieht man auch, dass der grösste Teil des Protoplasmas eine deutliche Zone um den Kern bildet, der in diesem Stadium stark zusammengeschrumpft ist. Die deutliche Kernstruktur ist vollständig verloren gegangen; nur selten sieht man ein besonders grosses Kernkörperchen in dem zusammengeschrumpften Kern, meistens hat derselbe auch bei den vorzüglichsten Kernfärbemethoden eine homogene Färbung angenommen. Diese Thatsache nun, dass in den Vakuolen die Umwandlung des Mucigens in Mucin erfolgt, ist meiner Meinung nach der schlagendste Beweis, dass die vakuolisierten Sekretionszellen ebenfalls Schleimspeicheldrüsen sind und nicht Eiweissdrüsen, wie vielleicht eingewendet werden kann. Ist nun die vollständige Schleimbildung in der Zelle zustande gekommen, so tritt für sie eine Ruhepause ein. Die Länge derselben richtet sich nach der Fütterung des Tieres. Beginnt das Tier zu fressen, so wird die Zelle aktiv und der ganze periphere Teil mit dem gesamten Mucin wird ausgestossen. Ob das die Wandung bildende Proto-

plasma selbst schleimig umgewandelt wird, muss dahingestellt bleiben. Es löst sich der ganze Teil des Zellleibes, welcher das Mucin enthält von dem centralen Teil, der den Kern hat. In dem bindegewebigen Sack bleibt also ein ganz dünner Wandbelag und mit ihm in Zusammenhang stehend eine kleine den Kern umgebende Protoplasmamasse; von diesem Teil aus, den man im Sinne von Koelliker (16) als „Protoblast“ bezeichnen kann, findet dann die Regeneration des Zellleibes statt in genau derselben Weise, wie oben beschrieben, und die Entstehung des Mucigens und die Umwandlung desselben in Mucin geht von neuem vor sich.

B. Physiologie.

I. Angaben früherer Forscher.

Wie schon in der Einleitung gesagt wurde, sind die Speicheldrüsen der Gastropoden auf ihr physiologisches Verhalten hin sehr wenig untersucht. Der erste, von dem wir Angaben darüber haben, ist Semper. Nach ihm wäre den Speicheldrüsen nur eine mechanische Wirkung zuzuschreiben, die nämlich, „das zerkleinerte Futter in einen leichtflüssigen Schleim einzuhüllen und so das Fortführen durch die Wimpern des Schlundes zu ermöglichen. Ob er ausserdem noch eine digestive Wirkung auszüben imstande ist, muss ich dahingestellt sein lassen“. Semper wurde noch durch die Lage der Ausmündungsstellen der Ausführungsgänge im Schlundkopfe in seiner Ansicht bestärkt, da dieselben so angebracht sind, dass das Sekret sich sofort über einen eben eingeführten Bissen ergiessen muss.

Krukenberg (19), der sich durch seine Untersuchungen über die vergleichende Physiologie der Verdauung Verdienste erworben hat, untersuchte die Speicheldrüsen der Pulmonaten auf das Vorkommen von diastatischen Enzymen. Er fand in den Speicheldrüsen kein diastatisches Enzym und kommt daher zu dem Schlusse, dass sie „demnach mit Unrecht im funktionellen Sinne „Speicheldrüsen" genannt würden". Seine Ansicht geht daher ebenso wie die Sempers dahin, dass das schleimig-wässerige Sekret nur zur Fortbewegung der Ingesta dient.

II. Eigene Untersuchungen.

1. Funktion.

Der Zweck dieses Teils meiner Untersuchungen musste daher sein, die Angaben dieser beiden Autoren zu prüfen.

Was nun die Sekretion betrifft, so beweisen uns die mikroskopischen Bilder, dass selbst im Ruhestadium, das heisst im Hungerzustand, eine Ausscheidung des Sekrets erfolgt, wenn auch nur in geringer Menge. Dagegen secernieren die Drüsen sofort lebhafter, wenn Futter zugeführt wird. Das Sekret, das dann ausgestossen wird, ist feinkörnig, klar, durchsichtig und schleimig-wässerig. Lässt man das Sekret länger mit der Luft in Berührung, so wird es zuerst fadenziehend, und bei noch längerem Stehen scheint eine Art von Gerinnung einzutreten. Setzt man einem frischen Sekrettropfen stärkeren Alkohol hinzu, so tritt sofort Gerinnung ein, Wasserzusatz dagegen verzögert die Gerinnung. Auffallend ist die starke Alkalescenz des Sekretes. Was seine chemische Zusammensetzung anbetrifft, so herrscht darüber noch ziemliche Dunkelheit; ich muss hierbei zugestehen, dass auch meine Untersuchungen nicht vollständig den Schleier gelüftet haben. Barfurths Angaben, dass das Sekret kein Glykogen enthalte, kann ich nur bestätigen. Nach meinen

mikrochemischen Untersuchungen habe ich feststellen können, dass das Sekret ein Mucin enthält, welches nach O. Hammarsten (11) glykogenfrei ist. Ich habe daraufhin auf qualitativ-analytischem Wege zu bestimmen gesucht, ob die in den Speicheldrüsen für Mucin gehaltene Substanz wirklich vorhanden sei oder nicht. Was die Entstehung der Mucinsubstanz anbetrifft, so verweise ich auf die Arbeit von Landwehr (siehe Hammarsten 11), besonders aber auf die vorzüglichen Untersuchungen von O. Hammarsten, die dieser speziell am Schneckenmucin gemacht hat. Nach letzterem ist das Mucin, „welches aus einer Umwandlung des Protoplasmas hervorgeht, ein besonderes Protoplasmaproteïd; aus solchen Proteïden, weit zusammengesetzteren Körpern, als die genuinen Eiweissstoffe, können beim Sieden mit verdünnten Mineralsäuren neben Acidalbuminaten und Albumose ähnlichen Stoffe, Kohlehydrate abgespalten werden. Aus dem Schleim der Respirationsorgane erhielt Fr. Müller durch Kochen mit Schwefelsäure eine reduzierende Substanz. Er stellte ferner eine krystallisierende Phenylhydrazinverbindung dar, die einen Schmelzpunkt von 198° C. zeigte und auch in anderer Beziehung von dem Glukosazon abwich. Er betrachtete sie als das Osazon einer Hexose, die er Mukose nennt. Den Zucker selbst konnte er nicht darstellen, wohl aber eine krystallisierende Substanz, die er als Mukosamin betrachtet.

Jasewitz konnte ebenfalls nus dem Mucin keinen Zucker, wohl aber ein bei 185° C schmelzendes Osazon und ein Mukosamin darstellen. Durch Einwirkung von stärkeren Säuren erhält man unter anderen Stoffen Leucin, Tyrosin und Lävulinsäure. Von sehr verdünnten Alkalien, wie von Kalkwasser, werden gewisse Mucine, wie das Submaxillarismucin, leicht, andere wiederum, wie das Sehnenmucin, nicht verändert. Lässt man eine stärkere Alkalilauge, wie z. B. von 5% KOH einwirken, so erhält man aus dem Submaxillarismucin Alkalialbuminat, Albumose und

peptonähnliche Stoffe und eine oder mehrere stark reduzierende und sauer reagierende Substanzen. In der einen oder anderen Hinsicht können die verschiedenen Mucine etwas verschieden sich verhalten. So sind z. B. Schnecken- und Sehnenmucin in verdünnter Salzsäure von 1—2 % unlöslich, während das Mucin der Glandula submaxillaris und des Nabelstranges darin löslich sind. Das Sehnenmucin wird von Essigsäure flockig, die anderen Mucine dagegen als mehr oder weniger faserige, zähe Massen gefällt. Abgesehen hiervon sind sämtlichen Mucinen jedoch gewisse Reaktionen gemeinsam. In trockenem Zustande stellt das Mucin ein weisses oder gelblich-graues Pulver dar. Feucht dagegen erhält man es als Flöckchen oder gelblich-weisse, zähe Klumpen oder Massen. Die Mucine reagieren sauer. Sie geben die Farbenreaktionen der Eiweissstoffe. In Wasser sind sie nicht löslich, können aber mit Wasser und möglichst wenig Alkali neutral reagierende Lösungen geben. Eine solche Lösung gerinnt beim Sieden nicht, bei Zimmertemperatur giebt sie mit Essigsäure einen im Überschuss des Fällungsmittels fast unlöslichen Niederschlag. Setzt man einer Mucinlösung 5—10 % NaCl. zu, so kann sie dann mit Essigsäure vorsichtig angesäuert werden, ohne einen Niederschlag zu geben. Eine solche angesäuerte Lösung wird von Gerbsäure reichlich gefällt, mit Ferrocyankalium giebt sie keinen Niederschlag, kann aber bei genügender Konzentration davon dickflüssig oder zähe werden. Eine neutrale Lösung von Mucinalkali wird von Alkohol bei Gegenwart von Neutralsalz gefällt; sie giebt auch mit mehreren Metallsalzen Niederschläge. Wird das Mucin mit verdünnter Salzsäure von etwa 2 % im Wasserbade erwärmt, so wird die Flüssigkeit allmählich gelbbraun oder schwarzbraun und reduziert dann Kupferoxydhydrat in alkoholischer Flüssigkeit.“ Soweit Hammarstens Angaben über das Mucin.

Ich habe nun nicht alle von Hammarsten angegebenen Reaktionen gemacht, weil es mir an dem nötigen Material fehlte;

es hätte dazu schon einer grossen Anzahl Schnecken bedurft, und viele, die ich nur für diese Zwecke gesammelt hatte, waren gestorben; so musste ich mich auf die Lösung der Frage beschränken, ob überhaupt ein Mucin vorhanden sei oder nicht. Ich tötete zu diesem Zwecke die Tiere, zerkleinerte die herauspräparierten Speicheldrüsen und kochte dieselben in einer fest zugestöpselten Flasche mit 10 ccm 1%iger Schwefelsäure. Ein Papinscher Topf, wie ihn Hammarsten und Landwehr zu ihren Untersuchungen benutzt haben, stand mir leider nicht zu Gebot. Nachdem der Speicheldrüsenbrei 6 Stunden im Wasserbade gekocht hatte, filtrierte ich, enteiweisste das Filtrat und untersuchte mit Kupfersulphat, Seignettesalz und Natronlauge auf Kohlehydrat. Ich erhielt aber keine Reduktion. Trotzdem wage ich nicht die Behauptung aufzustellen, dass kein Mucin vorhanden war. Das negative Resultat kann sehr wohl nur durch die geringe Menge an Substanz, die untersucht wurde, herbeigeführt worden sein oder dadurch, dass die 1% Säure es nicht gespalten hatte.

2. Chemisch-physiologische Prüfung der Drüsen.

a) Prüfung auf diastatische Enzyme.

Um die verdauende Kraft des Speichels zu prüfen, machte ich folgende Versuche: Mehrere Helix. pom. wurden nach 8tägiger Fütterung mit angefeuchtetem Schwarzbrot getötet und ihre Speicheldrüsen präpariert. Zunächst untersuchte ich, ob ein diastatisches Ferment vorhanden war, indem ich die zerkleinerten Speicheldrüsen mit einer Stärkelösung (1 : 1000) 24 Stunden in einem Warmbad bei 38° C. in einem zugestöpselten Gefässe stehen liess; zum Vergleiche wurde die gleiche Menge der Stärkelösung ebensolange ins Warmbad gestellt. Am nächsten Tage wurde die Stärkelösung, welche den Brei enthielt und sich stark getrübt hatte, filtriert. Von diesem Filtrat wurde eine

kleine Menge enteiweist mittelst Essigsäurezusatzes und die Reaktion mit Jodkalium gemacht, die aber negativ ausfiel. Der Rest wurde mit verdünnter Essigsäure gekocht, durch Filtrieren von dem niedergeschlagenen Eiweiss befreit und auf Zucker und Stärke untersucht. Beide Reaktionen ergaben ein negatives Resultat. Besonders der Umstand, dass die Reaktion auf Stärke, die in Kontrolfläschchen deutlich positiv war, negativ verlief, bleibt ein unerklärliches Rätsel. Es konnte sich jetzt nur noch um die Frage handeln, ob nicht ein anderes Kohlehydrat gebildet war. Deshalb wurde der Rest des Filtrates mehrere Stunden mit einem gleichen Volumen 1 % Schwefelsäure gekocht, um etwa vorhandene Kohlehydrate in Zucker überzuführen. Reaktion auf Zucker zeigten aber auch, dass kein Zucker gebildet worden war. Um nun ganz sicher zu gehen, wiederholte ich meinen Versuch, indem ich diesmal zu 20,0 ccm Stärkelösung 10,0 ccm 1 %ige Fluornatriumlösung hinzusetzte, um die Wirkung von etwaigen Mikroorganismen auszuschalten. Die Resultate bleiben trotzdem dieselben. Es waren keine Umbildungen erfolgt.

b) Prüfung auf Verdauung von Eiweiss.

Mit den gleichen negativen Resultaten verliefen auch meine Versuche auf Fibrinverdauung. Ich habe die feinzerkleinerten Fibrinstückchen und Speicheldrüsen sowohl in schwach alkalischer, als auch in neutraler wie auch in schwach saurer Lösung 24 Stunden im warmen Wasserbad von 38° C. aufeinander einwirken lassen. Doch nie trat die geringste Veränderung der Fibrinflöckchen auf.

Ich kann also daraus schliessen, dass Krukenbergs Behauptung vollständig richtig ist, wenn er sagt, dass die Speicheldrüsen der Gastropoden weder ein stärke- noch ein eiweissverdauendes Enzym besitzen. Das Sekret wird also nur

deshalb in die Mundhöhle secerniert, um eine mechanische Wirkung auszuüben, d. h. es soll die in den Mund geführten Bissen anfeuchten und mit seinem Schleim überziehen, damit sie um so schneller in den Darmkanal gelangen, um dort verdaut zu werden.

c) Prüfung auf Glykogen.

Nachdem viele physiologischen Untersuchungen gezeigt haben, welche wichtige Rolle das Glykogen im Haushalte des Organismus spielt, war es von Interesse festzustellen, welche Organe das Glykogen besitzen oder vielmehr aufspeichern. Von den Forschern nun, die sich speziell mit den vergleichend-histochemischen Glykogenuntersuchungen befasst haben, gebührt wohl Barfurth das grösste Verdienst. Dieser Autor begnügte sich nicht nur damit zu zeigen, dass auch bei den Evertebraten wie schon Claude Bernard gezeigt hatte, Glykogen vorhanden sei, sondern stellte auch durch eine Reihe von Versuchen bei den Gastropoden fest, wann das Glykogen auftritt und wann es nicht mehr im Körper vorhanden ist. Ausserdem hat er auch fast sämtliche Organe dieser Tierspecies daraufhin untersucht und dabei so grosse Mengen von Glykogen gefunden, dass er an der Leber einige quantitativen Bestimmungen unternehmen konnte.

Doch bevor ich mich speziell mit Barfurths Resultaten beschäftigte, halte ich es für angebracht, kurz einige Forscher zu erwähnen, die sich vor Barfurth mit dem Glykogen bei Wirbellosen befasst haben; ich folge hierbei den von letzterem gemachten Litteraturangaben. Danach haben schon Chittenden Glykogen in den Muskeln von Pecten irradians, Hoppe-Seyler, Krukenberg, O. Nasse in den Muskeln der Crustaceen und Schwalbe in der Marksubstanz der Blutegelmuskeln gefunden. Etwas später als Barfurth hat sich Blundstone (6) speziell mit Untersuchungen über das Glykogen in den „Vesicular cells“

der Mollusken beschäftigt. Über diese „vesicles“ sagt er; „That these „vesicles“ are the same as the „plasma cells“ of Brock and others, the „Langers bladders“ of very many writers and are equivalent to many of the „lacunae“ of Kollmann, Griesbach etc.“ Blundstone ist mit Barfurth derselben Ansicht, nach dem gerade die sogenannten Leydigschen „Bindesubstanzzellen“ die Hauptträger der Glykogens im Gastropodenkörper sind und bei guter Fütterung von Glykogen strotzen.

Wenn nun auch in den Speicheldrüsen der Gastropoden die „Bindesubstanzzellen“ die eigentlichen Träger des Glykogens sind, so hat Barfurth ferner gefunden, dass es bei einem guten Ernährungszustande des Tieres nicht schwer fällt auch in den Sekretionszellen in gewissen Stadien der Sekretion Glykogen nachzuweisen. Brauchbare Methoden zum mikro-chemischen Nachweis des Glykogens sind von Barfurth angegeben: Jodglycerin (Barfurth) und Jodgummi (Ehrlich) geben gute Resultate. Ich habe versucht, mittelst Zusatzes von reinem Jod zu Xylol und Canadabalsam Mischungen zu gewinnen, in denen man dauernd die auffallende Braunfärbung des Glykogens erhalten könnte, aber meine Versuche waren erfolglos. Ferner habe ich die von Lubarsch (25) empfohlenen Färbungen angewandt:

Hämatoxylin (Delafieldsche Stammlösung)	10,0 cm
Gramsches Jodjodkalium	10,0
Aqua destil.	5,0

und eine zweite Methode:

Konzentrierte alkoh. Jodlösung	7,0
Delafildsches Hämatoxylin	4,0
Aqua dest.	3,0

Aber auch hiermit konnte ich an meinem Objekte keine verwertbaren Präparate erhalten. Ich will hier eine interessante Thatsache mitteilen, die Lubarsch bei seinen Untersuchungen auf Glykogen gefunden hat. Er benutzte zur Fixierung seiner Stücke nicht nur Alkohol absolutus, sondern auch Lösungen,

die ein reichliches Quantum Wasser enthielten; da er trotzdem in diesen Stücken Glykogen nackgewiesen hat, so geht daraus hervor, dass das Wasser in den Fixierungsflüssigkeiten keinen lösenden Einfluss auf das Glykogen hat, wie es früher meistens angenommen wurde. Ich kann Lubarschs Angaben bestätigen; ich habe nämlich häufiger Schnitte, in Rabls Mischung fixiert, auf Glykogen untersucht und jedesmal gefunden, dass die glykogenhaltigen Zellen ebenso braun durch das Jod gefärbt wurden, wie in den Alkoholpräparaten von demselben Tiere.

Wie Barfurth nachgewiesen hat, enthalten die Sekretionszellen der Speicheldrüsen in gewissen Stadien der Sekretion verschieden grosse Menge Glykogen. Die genaueren Verhältnisse nun sind so eingehend von dem eben genannten Autor dargestellt und gezeichnet, dass ich mich begnügen will, auf seine Zeichnungen zu verweisen, da meine mikrochemischen Untersuchungen die gleichen Bilder ergaben.

In der Voraussetzung nun, dass das Glykogen in den Speicheldrüsen in wägbarer Menge vorkommt, habe ich eine quantitative Bestimmung vorgenommen. Wenn auch die Glykogenbestimmung durch die Kleinheit des Organs erschwert wird, so lässt sich das Glykogen doch bei genügender Anzahl von Speicheldrüsen in einer wägbaren Menge gewinnen. Zur Bestimmung nahm ich die Speicheldrüsen von 200 Tieren (Arion empiricorum). Gerne hätte ich hierzu Helix pomatia verwandt, weil deren Speicheldrüsen grösser sind; aber da letztere nicht in so grosser Anzahl vorhanden war, so musste ich mich mit Arion begnügen. 150 Arion wurden frisch gefangen getötet, 50 Tiere habe ich vier Tage lang mit Schwarzbrot gefüttert, um durch Fütterung noch den Glykogengehalt der Speicheldrüsen zu erhöhen. Da ich sämtliche Tiere nicht an einem Tage töten und auch die quantitative Bestimmung nicht sofort anstellen konnte, so wurden sämtliche Speicheldrüsen in 95%igen Alkohol gebracht. Das Gewicht der ein-

zelnen Drüsen ist ausserordentlich gering. Frisch wogen zehn Drüsen 0,52 g, dies Gewicht auf 200 Drüsen berechnet, ergiebt ein Gesamtgewicht an frischer Substanz von 10,4 g. Diese Zahl kann nur auf annähernde Richtigkeit Anspruch machen, da die Grösse der Tiere und ihrer Speicheldrüsen natürlich sehr verschieden ist Um Gewissheit zu haben, dass die Tiere aus den einzelnen Serien auch Glykogen besässen, wurde stets von einer Drüse ein Schnitt gemacht und dieser mikrochemisch mit Lugolscher Lösung untersucht. Alle Plasmazellen zeigten durch ihre intensive Braunfärbung den Glykogengehalt an.

Zur quantitativen Bestimmung des Glykogens benutzte ich die von Hammarsten in seinem Lehrbuche für physiologische Chemie angegebene Methode von Brückl-Külz; obwohl mir wohl bekannt ist, dass inzwischen von Pflüger und Nerking eine andere Methode ausgearbeitet ist, welche unter Umständen etwas höhere Werte liefert. Mit 2%iger Kalilauge wurden die durch Verdunstung des Alkohols getrockneten Organe vier Stunden lang in einem verstöpselten und fest verschnürten Gefässe auf dem Wasserbade erhitzt, das Filtrat mit Salzsäure neutralisiert und durch abwechselndes Zusetzen von Salzsäure und Quecksilberjodid-Jodkalium das Eiweiss entfernt. Der entstehende Niederschlag wird abfiltriert und wiederholt mit angesäuertem Wasser unter Zusatz einiger Tropfen Quecksilberjodid-Jodkalium verrieben, um etwa mitniedergerissenes Glykogen wieder zu lösen. Nach Vereinigung mit dem die Hauptmenge enthaltenden ersten Filtrat setzt man die vierfache Menge Alkohol absolutus zu und lässt dies 24 Stunden stehen. Das Glykogen, das dann schön weiss ausgefallen ist, wird auf gewogenem Filter gesammelt und bei 100° getrocknet. Eine kleine Menge davon in Wasser gelöst zeigt zwar nicht die charakteristische Opalescenz, wohl aber ein schwaches Irisieren. Auf Zusatz sehr verdünnter Jodkaliumlösung konnte ich freilich nicht die bekannte Weinfärbung erhalten; es ist bekannt, dass auch viele andere

bei Darstellung des Glykogens z. B. aus der Leber sie nie erhalten haben. Doch war bei meinen Reaktionen ein Farbenumschlag ins Braune nicht zu verkennen. Die übrige auf dem Filter gesammelte Menge stellt jedoch nicht reines Glykogen dar, sondern enthielt noch die anorganischen Salze, sowie die Verunreinigung durch andere organische Substanzen, die noch in Abzug gebracht werden müssen.

Es wurde nun zunächst die Aschebestimmung vorgenommen; dieselbe geschah durch Verbrennen einer kleinen abgewogenen Menge in Platintinyel. Um nun die Glykogenmenge zu bestimmen, wurde der gesamte Rest durch Hydrolyse in Glykose verwandelt. Dies geschah durch mehrstündiges Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in einem verstöpselten Gefäse. Der Säureüberschuss wurde durch Soda abgestumpft und in der schwachsauren Flüssigkeit durch Vergähren die Zuckermenge bestimmt. Rechnet man den erhaltenen Wert auf Glykogen um, so ergiebt sich eine Zahl, die grösser ist als die durch direkte Wägung gefundene. Da man der gährungssaccharimetrischen Methode doch kaum unbedingte Genauigkeit zusprechen darf, so ist die Wägung als massgebend zu betrachten. Polarisation führte bei der geringen Zuckermenge nicht zum Ziele.

Die Bestimmung ergab folgende Resultate:

200 Speicheldrüsen im frischen Zustande wogen 10,4 g
getrocknet 1,8378 g
Glykogen nach Abzug der Verunreinigungen = 0,1352 g
getrocknete Drüsen haben daher 7,356 % Glykogen.

Ein Einwand, der gegen obige Resultate vielleicht von chemischer Seite gemacht werden wird, besteht darin, dass eine Verwechslung des Glykogens mit den aus dem Mucin abspaltbaren Kohlehydrat denkbar wäre, namentlich da ja die einzige positive und direkte Glykogenreaktion, das ist die Rotfärbung mit Jod, nicht eintrat. Wenn Mucin mit Quecksilberjodid-Jodkalium und Salzsäure nach vorherigem Kochen mit Kalilauge

gefällt wird, so bleibt leicht etwas, sei es von dem Kohlehydrat, sei es von der Muttersubstanz, in Lösung und lässt sich natürlich in Zucker überführen und vergähren. Die Widerlegung dieses Einwandes lässt sich eigentlich nur dadurch erbringen, dass man solche Speicheldrüsen von Säugetieren, welche sicher Mucin enthalten, gerade so behandelt, wie es in meinen Versuchen mit den Speicheldrüsen der Gastropoden geschehen ist; ergiebt sich dabei keine vergährbare Substanz, so kann es sich im vorliegenden Falle nur um Glykogen gehandelt haben. Ergiebt sich aber eine gährbare Substanz, so muss ich die Frage offen lassen, ob in meinen Versuchen Glykogen oder Mucin oder beides vorhanden war.

Um nun alle diese Zweifel zu beseitigen, machte ich an zwei menschlichen Glandulae submaxillares, die mir Herr Prof. A. Thierfelder nach einer Sektion gütigst zur Verfügung stellte, dieselben Versuche wie bei den Speicheldrüsen der Gastropoden. Ich liess die Submaxillardrüsen zunächst in einem Wasserbade mehrere Stunden mit 2%iger Kalilauge kochen, filtrierte, säuerte dies Filtrat an und fällte nun abwechselnd mit Salzsäure und Quecksilberjodid-Jodkalium. Nachdem eine vollständige Fällung eingetreten war, wurde wieder filtriert und dann dem Filtrat das doppelte Volumen Alkohol hinzugesetzt. Obgleich ich diese Mischung fast 48 Stunden stehen liess, trat doch kein weisser Niederschlag, wie bei den Speicheldrüsen der Gastropoden ein, es machte sich nicht einmal eine Opalescenz der Flüssigkeit bemerkbar. Um nun aber doch sicher zu gehen, dass nicht etwa Kohlehydrate in Lösung vorhanden wären, wurde ein Teil auf dem Wasserbade verdunstet und an dem Rest die Zuckerproben gemacht, die alle negativ ausfielen. Ebenso blieb auch ein Versuch, um mittelst Kochen mit Schwefelsäure Zucker zu erhalten, erfolglos. Da ich daher nicht dieselbe weisse Substanz aus der Submaxillardrüse gewonnen habe, die doch sicher mucinhaltig ist, da ausserdem die Überführungsversuche in

Zucker und die Reaktionen auf Zucker ein negatives Resultat ergaben, so darf ich wohl behaupten, dass das, was ich in den Speicheldrüsen der Gastropoden gefunden habe, thatsächlich Glykogen ist.

Zusammenfassung.

Fassen wir sämtliche Ergebnisse aus den Untersuchungen an den Speicheldrüsen der Gastropoden zusammen, so ergiebt sich:

1. Wir finden in der bindegewebigen Drüsenkapsel einzellige Drüsen, wie schon Leydig gefunden hatte und zuweilen auch mehrzellige.

2. In allen Stadien der Fütterung und auch des Hungerzustandes finden sich nie sämtliche Sekretionszellen auf derselben Sekretionsstufe (Barfurth).

3. Es kommen in jedem Stadium der Fütterung und des Hungerns alle Stadien der Sekretion vor, doch in verschiedener Häufigkeit (Barfurth.

4. Der Kern nimmt innigen Anteil an der sekretorischen Thätigkeit, indem im Anfang seine Membran sich auflöst und sein Inhalt sich mit dem Protoplasma vermischt, sodass der erste sekretorische Vorgang sich am Kern bemerkbar macht.

5. Die von Barfurth als „Speichelkugeln“ bezeichneten Gebilde sind Sekretvakuolen, welche angefüllt sind mit mucigener Substanz.

6. Man kann deutlich verfolgen, wie sich das Mucigen in diesen Sekretvakuolen zu Mucin umwandelt.

7. Ist das Mucin gebildet, so verliert der Kern seinen Turgor wohl durch Austritt von Kernflüssigkeit. Dabei steht

das Kerninnere stets im offenen Zusammenhang mit dem Protoplasma.

8. Es lassen sich zwei Teile an dem Zellleib unterscheiden: der den Kern umgebende protoblastische Teil und der periphere parablastische mit den Sekretvakuolen; dieser letztere wird mitsamt dem in ihm gereiften Mucin bei der Sekretion ausgestossen. Es bleibt in der Bindegewebskapsel allein der protoblastische, kernhaltige Teil übrig, von dem aus die Neuproduktion des Zellleibes vor sich geht, sodass die Sekretion zunächst in der Bildung von Sekretionsvakuolen, sodann aber in der Ausstossung des ganzen peripheren Teils der Zelle mit dem gebildeten Sekret aus der bindegewebigen Kapsel besteht.

9. Das Sekret besitzt weder stärke- noch eiweissverdauende Enzyme; der Speichel hat also nur eine mechanische Funktion.

10. Bei gutem Ernährungszustande der Gastropoden haben die Speicheldrüsen (wasserfrei gerechnet) einen Glykogengehalt von 7,356 %.

11. Das Mucin ist glykogenfrei.

12. In dem die Drüsenkapseln umgebenden Bindegewebe kommen reichlich Körnchenzellen (Plasma- oder Mastzellen?) vor, deren Bedeutung rätselhaft bleibt.

13. In den Bindesubstanzzellen der Speicheldrüsen findet sich ausser kohlensaurem wahrscheinlich auch phosphorsaurer Kalk.

Herrn Prof. Barfurth, auf dessen Anregung und unter dessen ständiger Leitung diese Arbeit entstanden ist, spreche ich meinen ehrerbietigsten Dank aus; ebenso bin ich Herrn Prof. Kobert für die liebenswürdige Unterstützung in den chemischen Untersuchungen und Herrn Prof. Reinke für seine Hülfe in der mikroskopischen Technik wie bei der Zeichnung der Figg. 3—12 zum grössten Danke verpflichtet.

Litteraturverzeichnis.

1. Altmann, R., Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. S. 32—34. 1894.
2. Barfurth, D., Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glykogen. Bonn. Separatabdruck aus d. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. 25.
3. — Über den Bau und die Thätigkeit der Gastropoden-Leber. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 22, S. 497 (Seperatabdruck).

3a. Biedermann, W. und Moritz, P., Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. III. Arch. f. d. gesamte Physiol. 75, 1899.

4. Bloch, J., Die embryonale Entwickelung der Radula von Paludina vivipara. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. N. F. 23. 1896. S. 392.
5. Blochmann, F., Einige Mitteilungen über die Drüsen des Mantelrandes bei Aplysia und verwandten Formen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 39, I. Heft.
6. Blundstone, E. R., On the Occurrence of Glykogen as a Constituent of the vesicular cells of the connective Tissue of molluscs. From the Proceedings of the Royal Society Nr. 238. 1885.
7. Brock, J., Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 39, II. Heft.
8. Brown, H. G., Klassen und Ordnungen. Bd. 3. Gastropoden, S. 251 bis Schluss.
9. Couklin, E. G., The Relation of Nuclei and Cytoplasm in the intestinal cells of Laud Isopods. Contributions from the Zoolog. Laboratory of Univers. of Pennsylvania. Nr. VI, S. 69.

9a. Creighton, Ch., Microscopic Researches on the formative Property of Glycogen. I. Mit 5 Taf. London 1896.

10. Flemming, W., Zur Kenntnis des Ovarialeies. Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl v. Kupffer.

10a. — Zelle. Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte von Merkel und Bonnet. S. 216. 1896.

11. Hammarsten, O., Studien über Mucin und mucinähnliche Substanzen. Arch. f. d. gesamte Physiologie, v. Pflüger. Bd. 36, S. 319. 1885.
12. — Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1899.
13. Hebold, O., Ein Beitrag zur Lehre von der Sekretion und Regeneration der Schleimzellen. Dissertation. Bonn 1879.
14. Heidenhain, R., Absonderungsvorgänge. Handbuch der Physiologie v. Hermann. Erster Teil 1883.
15. Held, H., Beobachtungen am tierischen Protoplasma. 1. Drüsengranula und Drüsenprotoplasma. Arch. f. Anat. u. Entwickel. Jahrg. 1899. S. 284 bis 312.
16. Koelliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. I. Band.
17. Korschelt, E., Über die Struktur der Kerne in den Spinndrüsen der Raupen. Ein Beitrag zur Kenntnis vom feineren Bau des Zellkerns. Arch. für mikr. Anatomie Bd. 47, S. 505.
18. Krause, R., Zur Histologie der Speicheldrüsen. Die Speicheldrüsen des Igels. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 45. 1895.
19. Krukenberg, C. Fr. W., Untersuchungen aus dem physiol. Institute der Universität Heidelberg. Bd. 2, Heft 1, S. 15 u. 16.
20. Lang, A., Vergleichende Anatomie. S. 763, 1898.
21. Lavdowsky, M., Zur feineren Anatomie und Physiologie der Speicheldrüsen, insbesondere der Orbitaldrüse. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. 13, S. 336.
22. Leydig, F., Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. S. 363.
23. — Über Paludina vivipara. Ein Beitrag zur näheren Kenntnis dieses Tieres in embryologischer, anatomischer und histologischer Beziehung. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1850.
24. — Die Hautdecke und Schale der Gastropoden, nebst einer Übersicht der einheimischen Limacinen. Archiv für Naturgeschichte. 42. Jahrgang. Bd. 2, Tafel XVI.
25. Lubarsch, O., Beiträge zur Histologie der von Nebennierenkeimen ausgehenden Nierengeschwülste. Arch. f. pathol. Anatomie. Bd. 135. Heft 2.
26. Mayer, P., Über Schleimfärbung. Mitteilungen aus der zool. Station zu Neapel. Bd. 12, S. 303—330. 1897.
26a. Maziarski, S., Über den Bau der Speicheldrüsen. 1 Taf. Anz. Akad. Wissensch. S. 279—300. Krakau 1900. (War mir leider nicht zugänglich.)
27. Meckel, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Tiere. Müllers Archiv. 1846.
27a. Müller, Erik, Drüsenstudien. Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abt. 1 Taf. 1896.
28. Nussbaum, M., Über den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. IV. Mitteilung. Arch. für mikroskop. Anat. Bd. 21, S. 296—351.
29. Pflüger, E., Die Speicheldrüsen. Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere. Herausgegeben von S. Stricker. Bd. 1, S. 328—330.
30. Plate, L., Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen. Abdruck aus den zool. Jahrbüchern. Supplement IV. Erstes Heft. 1897.

31. vom Rath, O., Über abnorme Zustände im Bienenstock. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. Bd. 8, S. 149.
32 Semper, C., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. 8, Heft 1, S. 364—366.
32a. Solger, B., Über den feineren Bau der Glandula submaxillaris des Menschen mit besonderer Berücksichtigung der Drüsengranula. Festschrift zum 70. Geburtstage von C. Gegenbaur.
33. Stöhr, Ph., Lehrbuch der Histologie. 1898. S. 53—58.
34. Swammerdam, Joh., Bibel der Natur. Aus dem holländischen übersetzt. Leipzig 1752. II. u. VII. Kap.
35. Thiele, J., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Amphineuren. I. Über einige Neapeler Solenogastres. Zeitschrift für wissenschaftl. Zool Bd. 58, 1895.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Übersichtspräparat. Schnitt durch eine Speicheldrüse von Helix pomatia, die nach 5 wöchigem Hungern 24 Stunden mit angefeuchtetem Schwarzbrot gefüttert wurde. Altmannsches Gemisch, Hämatoxylin-Eosin. Zeiss, Ok. II, Obj. aa. Höhe des Objekttisches. sp. Speichel- oder Sekretionszellen, pl. Plasmazellen, kz. Körnchenzellen, A Ausführungsgang, G. Gefäss

Fig. 2. Schnitt durch einen Bindegewebssack mit mehreren Sekretionszellen. Das Präparat stammt von Limax variegatus, der einen Tag in Gefangenschaft war. 1% Osmiumsäure, verdünntes Delafieldsches Hämatoxylin. Zeiss, Ok. II, Linse E. T. p. Tunica propria, K. T. p. Kerne der Tunica propria. a. Ausführungsgang mit einigen platten Kernen. Sp. K. Kerne der Speichelzellen. pr. Protoplasma. m. Mucin.

Figg. 3—7. Speicheldrüsen von Helix pomatia nach 11 tägiger Fütterung, bei sehr starker Vergrösserung. Sublimat-Eisenhämatoxylin-Eosin. Hartnack Ok. 3, Obj. 7. Tubuslänge 180. Höhe des Objekttisches. Es treten die Stadien der Veränderungen am Kern der Zelle sowie am Protoplasma hervor. Jede Zelle liegt in einem bindegewebigen Sack (t. p.), in dessen Wand zuweilen Kerne (K. T. p.) sichtbar sind. K. Kern. pr. Protoplasma.

Figg. 3 und 6. Stadium der Ruhe, Fig. 6 zeigt eine tangential geschnittene Zelle in Ruhe.

Fig. 4 a. Beginnende Thätigkeit. Der Kern wird grösser und das Protoplasma nimmt an Menge zu.

4 b. Die Kernmembran beginnt sich zu öffnen (K. Ö.)

Fig. 5. Weiteres Stadium der Thätigkeit.

Fig. 7. Das Protoplasma wächst in Fäden in den Kapselraum hinein und beginnt schon Sekretvakuolen (s. v.) zu bilden.

Fig. 8—11. Speicheldrüsen desselben Tieres, aber mit Altmannscher Flüssigkeit fixiert. Eisen-Hämatoxylin.

Fig. 8. Zahlreiche Sekretvakuolen mit mucigener Substanz.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

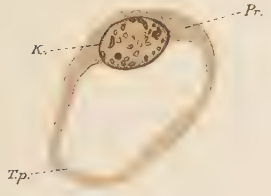
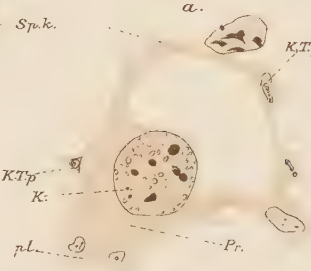


Fig. 4.



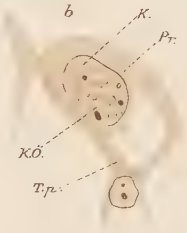


Fig. 5.

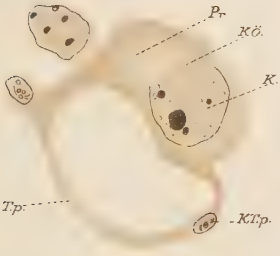


Fig. 6.

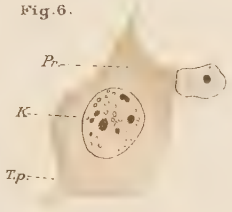


Fig. 7.

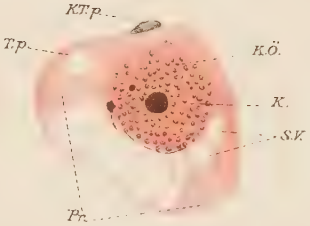


Fig. 8.

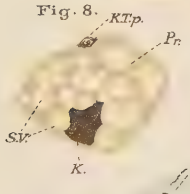


Fig. 9.

Fig. 10

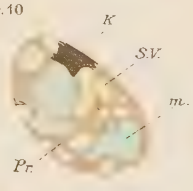


Fig. 11.

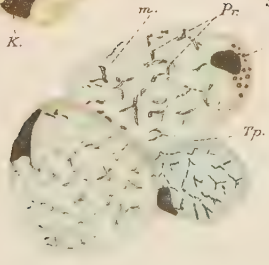


Fig. 12.

Kgl. Univers.-Druckerei v. H. Stürtz, Würzburg.

Verlag v. J. F. Bergmann, Wiesbaden.

Fig. 9. Die Zelle ist stark angefüllt mit Sekretvakuolen, Kern und Protoplasma sind zusammengedrängt.

Fig. 10. Einzelne Sekretvakuolen fliessen zusammen und die ersten Zeichen des fertigen Mucins (m) treten auf. (Erkenntlich an der Blaufärbung in den Vakuolen.)

Fig. 11. In sämtlichen Sekretvakuolen ist das Mucigen zu Mucin umgewandelt, die Protoplasmareste sind in Gestalt eines stark färbbaren Netzwerkes (schwarz mit Eisenhämatoxylin) zusammengepresst. Die Kerne sind klein und unregelmässig geformt.

Fig. 12. Speicheldrüse von Helix pomatia nach 7 wöchigem Hungern. Hermannsches Gemisch. Gentianaviolett mit nachfolgender Gramscher Jodkaliumlösung. Winkel, Ok. IV, Obj. 8. Kz. Körnchenzelle. K. k. Kern der Körnchenzelle.

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.